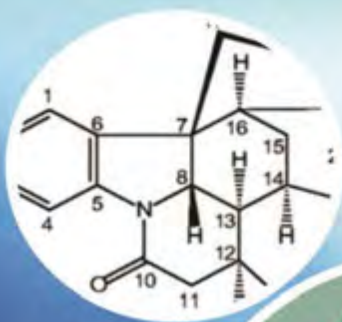
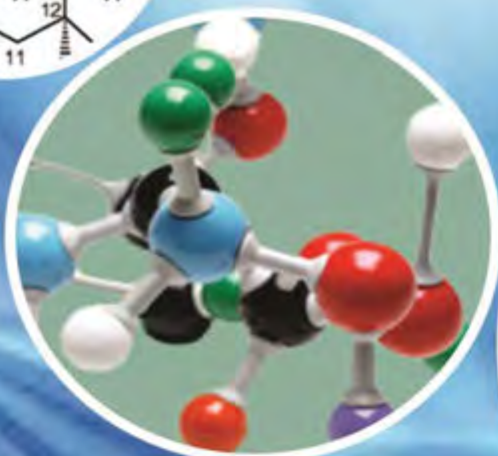
Buku Teks
Bahan Ajar Siswa

Paket Keahlian: Kimia Analis

Kimia Organik







KELAS
X
SEMESTER 2

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh. Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar tiap mata pelajaran mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan. Semua mata pelajaran dirancang mengikuti rumusan tersebut.

Pembelajaran kelas X dan XI jenjang Pendidikan Menengah Kejuruhan yang disajikan dalam buku ini juga tunduk pada ketentuan tersebut. Buku siswa ini diberisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterapilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serp siswa dengan ketersediaan kegiatan buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045)

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

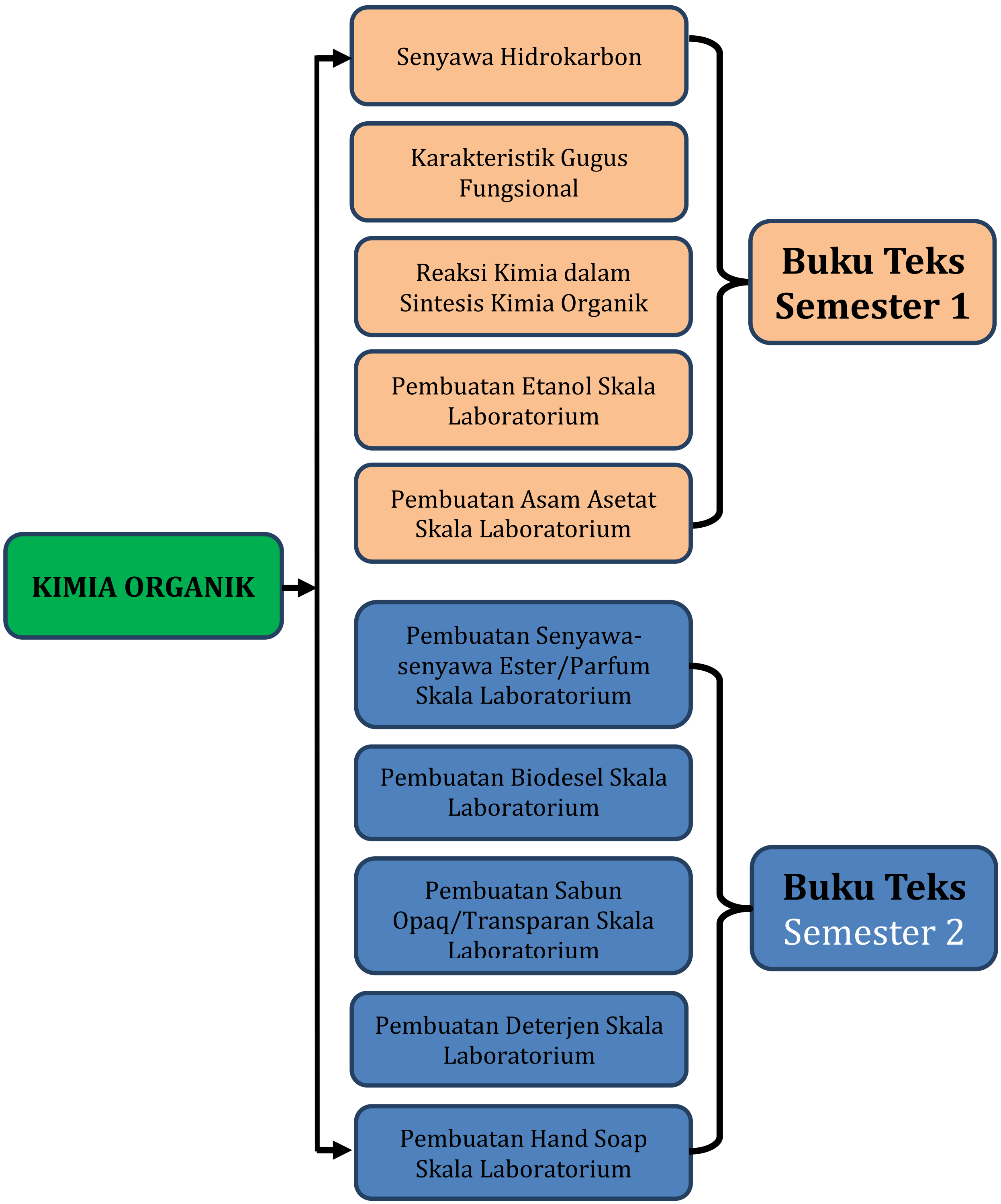
C2 SEMESTER 1	C2 SEMESTER 2	C3 SEMESTER 3	C3 SEMESTER 4	C3 SEMESTER 5	C3 SEMESTER 6
TDPLK SEMESTER-1	TDPLK SEMESTER-2	ATG SEMESTER-3	ATG SEMESTER-4	MAN LAB SEMESTER-5	MAN LAB SEMESTER-6
AKD SEMESTER -1	AKD SEMESTER-2	KIM ANALITIK TERAPAN SEMESTER-3	KIM ANALITIK TERAPAN SEMESTER-4	KIM ANALITIK TERAPAN SEMESTER-5	KIM ANALITIK TERAPAN SEMESTER-6
KIM OR SEMESTER -1	KIM OR SEMESTER -2	ANALISIS INSTRUMEN SEMESTER-3	ANALISIS INSTRUMEN SEMESTER-4	ANALISIS INSTRUMEN SEMESTER-5	ANALISIS INSTRUMEN SEMESTER-6
MIKRO BIOLOGI SEMESTER-1	MIKRO BIOLOGI SEMESTER-2			ANALISIS KITER SEMESTER-5	ANALISIS KITER SEMESTER-6

(Yellow box) BUKU TEKS YANG SEDANG DIPELAJARI

Keterangan :

TDPLK SEMESTER-1	=	Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia
AKDSEMESTER-1	=	Analisis Kimia Dasar Semester-1
KIM OR SEMESTER-1	=	Kimia Organik Semester-1
MIKROBIOLOGISEMESTER-1	=	Mikrobiologi Semester -1
TDPLKSEMESTER-2	=	Teknik Dasar Pekerjaan Laboratorium Kimia Semester-2
AKDSEMESTER-2	=	Analisis Kimia Dasar Semester-2
KIM ORSEMESTER-2	=	Kimia Organik Semester-2
MIKROBIOLOGISEMESTER-2	=	Mikrobiologi Semester-2
ATGSEMESTER-3	=	Analisis Titrimetri dn Gravimetri Semester-3
KIM ANALITIK TERAPANSEMESTER-3	=	Kimia Analitik terapan Semester-3
ANALISIS INSTRUMENSEMESTER-3	=	Analisis Instrumen Semester-3
ATGSEMESTER-4	=	Analisis Titrimetri dn Gravimetri Semester-4
KIM ANALITIK TERAPANSEMESTER-4	=	Kimia Analitik Terapan Semester-4
ANALISIS INSTRUMENSEMESTER-4	=	Analisis Instrumen Semester-4
MAN LABSEMESTER-5	=	Manajemen Laboratorium Semester-5
KIM ANALITIK TERAPANSEMESTER-5	=	Kimia Analitik Terapan Semester-5
ANALISIS INSTRUMENSEMESTER-5	=	Analisis Instrumen Semester-5
MAN LABSEMESTER-6	=	Manajemen Laboratorium Semester-6
KIM ANALITIK TERAPANSEMESTER-6	=	Kimia Analitik Terapan Semester-6
ANALISIS INSTRUMENSEMESTER-6	=	Analisis Instrumen Semester-6
ANALISIS KITERSEMESTER-5	=	Analisis Kimia Terpadu Semester-5
ANALISIS KITERSEMESTER-6	=	Analisis Kimia Terpadu Semester-6

Peta Kompetensi yang ada didalam buku teks bahan ajar siswa semester 2, apabila dilihat dari mata pelajaran Kimia Organik pada Program Studi Kimia Analis adalah seperti pada gambar berikut:



GLOSARIUM

Adsorpsi	Serapan partikel pada permukaan zat lain
Alkohol	Nama lain dari etil alkohol atau etanol
Asam	Mempunyai rasa masam, bersifat elektrolit, dan bereaksi denganlogam aktif, karbonat dan basa.
Asam kuat	Asam yang terionisasi 100% dalam air
Atom	Partikel terkecil dari suatu unsur yang masih mempunyai sifat kimia unsur itu
Basa	Mempunyai rasa pahit, licin, bersifat elektrolit, dan bereaksi Dengan asam
Bentuk molekul	Susunan atom-atom yang teratur menurut pola-pola tertentu
Buih	Jenis koloid dengan fase terdispersinya gas, ada dua jenis buih, yaitu buih padat dan buih cair (dalam cairan)
Busa	Koloid gas dalam padatan
Campuran Homogen	Campuran serbasama
Campuran	Gabungan beberapa zat tanpa melalui reaksi kimia
Celcius	Satuan suhu, dalam sistem skala suhu menurut Celcius ini, es mencair mempunyai suhu 0° dan uap air mendidih pada tekanan 1 atmosfer mempunyai suhu 100°
CPO	Minyak kelapa sawit mentah (belum diproses lebih lanjut)
Destilasi	Pemisahan campuran berdasarkan perbedaan titik didih zat -zat penyusunnya
Dispersi koloid	Pembuatan koloid dengan mengubah partikel-partikel besar menjadi molekul kecil sesuai ukuran partikel koloid

Eksperimen	Percobaan dalam rangka mencari fakta untuk menjawab hipotesis
Emulsi	Jenis koloid dengan fase terdispersinya cair, ada tiga jenis emulsi, yaitu emulsi padat, emulsi cair, dan emulsi gas
Energi	Kemampuan untuk melakukan usaha.
Enzim	Protein yang dikhususkan untuk mengkatalisis reaksi metabolit tertentu
Filtrat	Hasil saringan, zat cair yang sudah melewati penyaring
Gerak	Menyatakan perubahan posisi atau kedudukan terhadap titik acuan
Hidrolisis	Reaksi antara air dengan ion-ion yang berasal dari asam lemah atau basa lemah dari suatu garam
Homogen	Zat yang seluruh partikelnya berada dalam fasa yang sama, misalnya larutan (sifat fisis dan kimia keseluruhan sama)
Ikatan hidrogen	Gaya tarik-menarik dipol-dipol dengan kekuatan besar, ikatan itu terjadi jika molekul polar mengandung satu atom hydrogen terikat pada atom yang sangat elektronegatif, misalnya F, O, dan N
Indikator	Zat yang dapat digunakan untuk menunjukkan sifat atau keberadaan suatu zat melalui perubahan warnanya yang khas
Inhibitor	Katalis yang bersifat negatif atau yang memperlambat kecepatan reaksi
Ion	Atom yang bermuatan
Ikatan Karbon	Ikatan antara atom C yang satu dengan atom C yang lain
Katalis	Zat yang dapat mempercepat jalannya reaksi
Kecepatan	Merupakan kelajuan yang disertai arah
Kelarutan	Jumlah maksimum zat yang dapat larut dalam sejumlah pelarut (satuan gl^{-1} atau mol^{-1})

Koagulasi	Penggumpalan partikel koloid sehingga jatuh ke dasar bejana
Koloid	Campuran heterogen antara dua zat atau lebih di mana partikel-partikel zat yang berukuran koloid, tersebar merata dalam zat lain.
Kondensasi	Sistem pembuatan koloid berdasarkan pengelompokan (agegasi) partikel larutan sejati
Lakmus	Pigmen biru yang diperoleh dari sejenis tumbuhan lumut; berwarna biru dalam suasana (larutan) basa dan berwarna merah dalam suasana (larutan) asam
Larutan buffer	Larutan yang dapat mempertahankan ph pada kisarannya jika ada upaya untuk menaikan atau menurunkan ph
Lingkungan	Bagian di luar system
Massa	Jumlah materi yang terkandung dalam masing-masing benda
Mineral	Zat atau campuran zat yang ditemukan di bumi yang terbentuk secara alami dan diperoleh manusia dari bawah tanah/daratan/lautan, contohnya magnesium (Mg), besi (Fe), dankalsium karbonat ($caco_3$)
Oksigen	Gas yang dibutuhkan hewan saat bernapas
Oksida	Kelompok senyawa yang terbentuk antara suatu unsur dengan oksigen
Pencemaran (polusi)	Masuknya bahan-bahan beracun ke dalam lingkungan merupakan sehingga merusak lingkungan
pH	Suatu zat yang diperoleh dari hasil negatif logaritma 10 dari kemolaran ion H^+
Raksa	Unsur logam berbentuk cair pada suhu normal, berkilap seperti perak, banyak digunakan untuk mengisi termometer dan barometer

Reaksi kimia	Suatu proses dimana zat-zat baru yaitu hasil reaksi, terbentuk dari beberapa zat aslinya, yang disebut pereaksi. Biasanya, suatu reaksi kimia disertai oleh kejadian-kejadian fisis, seperti perubahan warna, pembentukan endapan, atau timbulnya gas
Reaktan	Zat-zat yang bereaksi
Residu	Sisa hasil saringan, zat yang tertinggal di kertas saring (penyaring)
Senyawa	Penggabungan dua atau lebih unsur yang sejenis maupun berlainan jenis yang membentuk satu kesatuan sehingga memiliki sifat yang berbeda dengan unsur-unsur penyusunnya
Sistem	Bagian tertentu dari alam yang menjadi pusat perhatian
Suhu	Ukuran tingkat atau derajat panas atau dingin-nya suatu benda
Suspensi	Partikel-partikel zat yang berukuran lebih besar dari koloid yang tersebar dalam zat lain
Titik didih	Suhu di mana tekanan uap yang meninggalkan cairan sama dengan tekanan luar
Titrasi	Rosedur analitis kuantitatif dengan mengukur jumlah larutan yang diperlukan untuk bereaksi tepat sama dengan larutan lain
Unsur	Zat yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat baru yang lebih sederhana baik dengan cara fisik maupun kimia, dan unsur memiliki ciri khas terhadap sifat kimianya .
Viskositas	Atau kekentalan, yaitu ukuran ketahanan zat cair untuk mengalir
Volume	Besarnya ruangan yang dapat diisi oleh materi
Zat terlarut	Zat yang larut dalam pelarut untuk membentuk suatu larutan

I. PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI

1. Rasional

Tuhan telah menciptakan alam semesta ini dengan segala keteraturannya, dalam kimia organik keteraturan itu selalu ada. Oleh karena itu, segala sesuatu yang dipelajari dalam kimia organik membuktikan adanya kebesaran Tuhan. Keadaan lingkungan alam merupakan faktor penting bagi kehidupan manusia, bukan hanya manusia bahkan semua makhluk hidup. Lingkungan alam yang dijaga dengan baik maka akan memberikan ketenangan bagi kehidupan makhluk hidup.

Mata pelajaran kimia organik pada semester 2 (dua) merupakan kumpulan bahan kajian dan pembelajaran tentang:pembuatan senyawa-senyawa ester/parfum skala laboratorium, pembuatan biodiesel skala laboratorium, penggunaan senyawa turunan hidrokarbon padaproses pembuatan sabun opaq/transparan skala laboratorium, penggunaan senyawa turunan hidrokarbon pada pembuatan deterjen skala laboratorium dan penggunaan senyawa turunan hidrokarbon dalam pembuatan *hand soap* skala laboratorium. Pendekatan yang digunakan dalam pembelajaran ini adalah *learning by expericence* yang dipadukan dengan *contextual*.

2. Tujuan

Mata pelajaran Kimia Organik bertujuan untuk:

a. Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan bumi dan seisinya khususnya tumbuhan dan hewan sebagai hasil pertanian dan perikanan yang dimanfaatkan manusia sebagai kebutuhan pokok untuk tumbuh dan berkembang;
b. Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; ulet; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari

sebagai wujud implementasi sikap ilmiah dalam melakukan percobaan dan berdiskusi;

c. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan;
d. Memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, obyektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerjasama dengan orang lain;
e. Mengembangkan pengalaman menggunakan metode ilmiah untuk merumuskan masalah, mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang dan merakit instrumen percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis;
f. Menguasai konsep dan mampu menerapkan prinsip mutu dan menganalisis faktor mutu serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan dan sikap percaya diri sebagai tenaga profesional tingkat menengah atau bekal kesempatan untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi dibidang pengendalian mutu kimia analis.

3. Ruang Lingkup Materi

a. Pembuatan senyawa-senyawa ester/parfum skala laboratorium
b. Pembuatan biodiesel skala laboratorium
c. Penggunaan senyawa turunan hidrokarbon dalam proses pembuatan sabun opaq/transparan skala laboratorium
d. Penggunaan senyawa turunan hidrokarbon dalam pembuatan deterjen skala laboratorium
e. Penggunaan senyawa turunan hidrokarbon dalam pembuatan *hand soap* skala laboratorium

4. Prinsip-prinsip Belajar, Pembelajaran, dan Asesmen

a. Prinsip-prinsip Belajar

- Berfokus pada siswa (*student center learning*),
- Peningkatan kompetensi seimbang antara pengetahuan, ketrampilan dan sikap
- Kompetensi didukung empat pilar yaitu : inovatif, kreatif, afektif dan produktif

b. Pembelajaran

- Mengamati (melihat, mengamati, membaca, mendengar, menyimak)
- Menanya (mengajukan pertanyaan dari yang faktual sampai yang bersifat hipotesis
- Pengumpulan data (menentukan data yang diperlukan, menentukan sumber data, mengumpulkan data
- Mengasosiasi (menganalisis data, menyimpulkan dari hasil analisis data)
- Mengkomunikasikan (menyampaikan hasil konseptualisasi dalam bentuk lisan, tulisan diagram, bagan, gambar atau media)

c. Penilaian/asesmen

- Penilaian dilakukan berbasis kompetensi,
- Peniaian tidak hanya mengukur kompetensi dasar tetapi juga kompetensi inti dan standar kompetensi lulusan.
- Mendorong pemanfaatan portofolio yang dibuat siswa sebagai instrument utama penilaian kinerja siswa pada pembelajaran di sekolah dan industri.

Penilaian dalam pembelajaran Kimia Organik semester 2 ini dapat dilakukan secara terpadu dengan proses pembelajaran. Aspek penilaian pembelajarannya meliputi hasil belajar dan proses belajar siswa. Penilaian dapat dilakukan dengan menggunakan tes tertulis, observasi,

tes praktik, penugasan, tes lisan, portofolio, jurnal, inventori, penilaian diri, dan penilaian antarteman. Pengumpulan data penilaian selama proses pembelajaran melalui observasi juga penting untuk dilakukan. Data aspek afektif seperti sikap ilmiah, minat, dan motivasi belajar dapat diperoleh dengan observasi, penilaian diri, dan penilaian antar teman.

B. PRASYARAT

Untuk memperlajari kimia organik pada buku teks bahan ajar siswa semester 2, peserta didik dipersyaratan telah mempelajari kimia organik pada buku teks bahan ajar siswa semester 1.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU TEKS BAHAN AJAR SISWA

1. Buku teks bahan ajar siswa kimia organik terdiri dari 2 buku, yaitu kimia organik semester 1 dan kimia organik semester 2
2. Buku teks bahan ajar semester 2 terdiri dari kompetensi dasar pembuatan ester skala laboratorium, pembuatan biodesel skala laboratorium, pembuatan sabun opaq/transparan skala laboratorium, pembuatan deterjen skala laboratorium, pembuatan hand soap skala laboratorium
3. Sebelum memulai belajar, isilah ceklist kemampuan awal
4. Mulailah belajar dengan kompetensi dasar yang pertama dan seterusnya
5. Apabila telah selesai mempelajari uraian atau lembar informasi, lanjutkan dengan lembar kerja/tugas
6. Apabila telah selesai mempelajari lembar informasi dan lembar kerja pada setiap kompetentensi dasar (KD), cek kemampuan anda dengan mengerjakan lembar penilaian dalam bentuk pengisian lembar refleksi dan tes formatif
7. Apabila anda merasa belum berhasil dan atau hasil penilaian akhir semester masih kurang dari 70, pelajari kembali materi yang merasa masih kurang

D. TUJUAN AKHIR PEMBELAJARAN

Setelah mempelajari buku teks bahan ajar siswa ini peserta didik mampu :

1. Membuat senyawa senyawa ester/parfum skala laboratorium
2. Membuat biodiesel skala laboratorium
3. Menggunakan senyawa turunan hidrokarbon dalam proses pembuatan sabun opaq/transparan skala laboratorium
4. Menggunakan senyawa turunan hidrokarbon dalam pembuatan deterjen skala laboratorium
5. Menggunakan senyawa turunan hidrokarbon dalam pembuatan *hand soap* skala laboratorium

E. KOMPETENSI INTI DAN KOMPETENSI DASAR

Kompetensi inti dan kompetensi dasar pada mata pelajaran kimia organik pada semester dua sebagai berikut:

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Meyakini anugerah Tuhan pada pembelajaran kimia organik sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia.
2. Menghayati perilaku (jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli, santun, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif dan pro-aktif) dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.1 Menghayati sikap cermat,teliti dan tanggungjawab sebagai hasil dari pembelajaran 2.2 Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil pembelajaran praktik 2.3 Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan laboratorium kimia sebagai hasil dari pembelajaran praktik 2.4 Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
3. Memahami, menganalisis serta menerapkan pengetahuan **faktual, konseptual,** prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah	3.1 Menerapkan fakta, prinsip, konsep, dan prosedur dalam pembuatan senyawa senyawa ester/parfum skala laboratorium 3.2 Menerapkan fakta, prinsip, konsep, dan prosedur dalam pembuatan biodiesel skala laboratorium 3.3 Menerapkan fakta, prinsip, konsep, dan prosedur dalam menggunakan senyawa turunan hidrokarbon dalam proses pembuatan sabun opaq / transparan skala laboratorium 3.4 Menerapkan fakta, prinsip, konsep, dan prosedur dalam pembuatan dalam menggunakan senyawa turunan hidrokarbon dalam pembuatan deterjen skala laboratorium 3.5 Menerapkan fakta, prinsiip, konsep, dan prosedur dalam pembuatan dalam menggunakan senyawa turunan hidrokarbon dalam pembuatan *hand soap* skala laboratorium
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung.	4.1 Membuat senyawa senyawa ester / parfum skala laboratorium 4.2 Membuat biodiesel skala laboratorium 4.3 Menggunakan senyawa turunan hidrokarbon dalam proses pembuatan sabun opaq/ transparan skala laboratorium 4.4 Menggunakan senyawa turunan hidrokarbon dalam pembuatan deterjen skala laboratorium 4.5 Menggunakan senyawa turunan hidrokarbon dalam pembuatan *hand soap* skala laboratorium

F. CEK KEMAMPUAN AWAL

Jawablah pertanyaan berikut dengan memberi tanda "√" pada kolom "sudah" atau "belum".

No	Pertanyaan	Sudah	Belum
1.	Apakah anda telah memahami pembuatan ester skala laboratorium		
2.	Apakah anda telahmemahami identifikasi jenis bahan organik sebagai bahan baku ester		
3.	Apakah anda telah melakukan analisis sifat fisik dan kimia ester		
4.	Apakah anda telah melakukan analisis proses esterifikasi dalam pembuatan ester		
5.	Apakah anda telah memahami reaktor proses pembuatan ester		
6.	Apakah anda telah memahami faktor yang berpengaruh pada proses pembuatan ester		
7.	Apakah anda telah menentukan parameter keberhasilan proses pembuatan ester		
8.	Apakah anda telah memahami cara melakukan pemisahan / pemurnian ester		
9.	Apakah anda telah mampumengidentifikasi bahan organik sumber bahan baku biodiesel		
10.	Apakah anda telah melakukan pemurnian biodiesel		
11.	Apakah anda telah memahami degradasi minyak menjadi biodiesel		
12.	Apakah anda telah memahami reaktor gelas proses pembuatan biodeisel		
13.	Apakah anda telah memahami proses pembuatan biodiesel		
14.	Apakah anda telah mampumelakukan pembuatan biodiesel skala laboratorium		
15.	Apakah anda telah mampumengidentifikasi senyawa organik bahan pembuatan sabun opaq/transparan		
16.	Apakah anda telah memahami proses pembuatan sabun opaq/transparan		
17.	Apakah anda telah memahami reaktor gelas proses saponifikasi		
18.	Apakah anda telah memahami stabilitas busa, pH, asam lemak bebas penentu mutu sabun opaq/transparan		
19.	Apakah anda telah memahami proses pencetakan		

20.	Apakah anda telah memahami proses *aging*		
21.	Apakah anda telah mampumelakukan pembuatan sabun opaq/transparan skala laboratorium		
22.	Apakah anda telah memahami senyawa hidrokarbon sumber bahan baku deterjen		
23.	Apakah anda telah memahami pencampuran bahan kimia dalam proses pembuatan deterjen		
24.	Apakah anda telah memahami reaktor gelas proses pembuatan deterjen		
25.	Apakah anda telah memahami faktor proses yang dikendalikan pada pembuatan deterjen		
26.	Apakah anda telah memahami stabilitas busa, pH, daya pembersih dari deterjen		
27.	Apakah anda telah mampumengidentifikasi kelebihan dan kekurangan deterjen dibandingkan dengan bahan pembersih lain		
28.	Apakah anda telah mampumenerapkanpembuatan deterjen skala laboratorium		
29.	Apakah anda telah mampumengidentifikasisenyawa organik sumber bahan baku hand soap		
30.	Apakah anda telah memahami proses pencampuran bahan kimia dalam pembuatan hand soap		
31.	Apakah anda telah memahami reaktor gelas proses pembuatan hand soap		
32.	Apakah anda telah memahami faktor proses pembuatan hand soap		
33.	Apakah anda telah mampu mengidentifikasikelebihan dan kekurangan hand soap sebagai bahan pembersih		
34.	Apakah anda telah memahami pembuatan hand soap skala laboratorium		

Keterangan :

1. Apabila jawaban "sudah" minimal 24 item (lebih dari 70%), maka anda sudah bisa langsung mengerjakan evaluasi.
2. Apabila jawaban "sudah" kurang dari 24 (kurang dari 70%), maka anda harus mempelajari buku teks terlebih dahulu.

II. PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : Membuat Senyawa-senyawa Ester/Parfum Skala Laboratorium

A. DESKRIPSI

Membuat Senyawa-senyawa Ester/Parfum Skala Laboratorium merupakan salah satu kompetensi dasar dari mata pelajaran kimia organik untuk peserta didik SMK pada paket keahlian kimia analisis. Kompetensi dasar ini merupakan dasar kejuruan pada paket keahlian kimia analisisyang bertujuan untuk memantapkan pemahaman fakta, konsep, prinsip dan prosedur serta metakognitif mengenai pembuatan senyawa-senyawa ester/parfum skala laboratorium secara aplikatif. Pembelajaran ini meliputi pemahaman tentang bahan organik sebagai bahan baku pembuatan essen, proses esterifikasi, sifat-sifat ester, alat dan bahan yang digunakan, metoda/jenis pembuatan ester, prosedur pembuatan senyawa-senyawa ester/parfum skala laboratorium.

Pelaksanaannya meliputi langkah-langkah pembelajaran mengamati, menanya, mengeksplorasi keterampilan proses dalam bentuk eksperimen, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan hasil pengamatan dan percobaan, kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan/analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya. Media yang digunakan meliputi alat dan bahan praktikum serta infokus. Penguasaan materi peserta didik dievaluasi melalui sikap, pengetahuan dan keterampilan.

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan pembelajaran tentang pembuatan senyawa-senyawa ester skala laboratorium, peserta didik diharapkan mampu:

a. Memahami jenis bahan organik sebagai bahan baku pembuatan essen, proses esterifikasi, sifat-sifat ester, alat dan bahan yang digunakan, metoda/jenis pembuatan ester , prosedur pembuatan senyawa-senyawa ester/parfum skala laboratorium
b. Memahami proses esterifikasi pada pembuatan ester
c. Memahami sifat-sifat ester
d. Memahami jenis reaksi pembuatan ester
e. Memahami parameter keberhasilan pembuatan ester
f. Melakukan pembuatan ester skala laboratorium
g. Melakukan pemurnian ester

2. Uraian Materi

a. Jenis bahan baku organik pada pembuatan ester

Essen adalah biang ester yang diperdagangkan secara bebas dan dapat diperoleh di berbagai toko kimia. Aroma harum dari parfum, aroma buah-buahan, aroma bunga merupakan contoh ester. Pewangi (parfum) dibedakan menjadi 2(dua), yaitu alami dan sintetis. Bahan pewangi alami berasal dari bagian tumbuhan, misalnya akar, kulit, kayu, bunga dan sebagainya. Bahan-bahan tersebut diperoleh dengan cara destilasi (penyulingan). Sementara itu, bahan pewangi sintetis (buatan) berasal dari reaksi esterifikasi, yaitu reaksi antara alkohol dengan asam karboksilat yang menghasilkan senyawa ester yang beraroma sedap. Penyedap sintetis atau sering disebut sebagai penyedap *artificial* adalah komponen atau zat yang dibuat menyerupai aroma penyedap alami. Penyedap sintetis dapat dibuat dari bahan penyedap aroma, baik campuran dengan bahan alami maupun dari bahan sintetis itu sendiri.

Table 1. Senyawa Pembentuk Aroma Sintesis

Senyawa	Sifat Aroma	Penggunaan
Asetaldehida	Tajam, aroma buah kuat rasa daun hijau	Penyedap buah, apel, jeruk dan mentega
Asetaldehid benzyl metal etil asetat	Aroma susu (krim), tumbuhan	Penyedap buah : vanili
Aseton (asetil metal karbinaol)	Bau yoghurt dengan *fatty creamy*, rasa mentega	Mentega, susu yogurt, strawberry
Alil butirat	Aroma buah apel, bau nenas, rasa apel	Apel, nanas, peach, apricot
Alil sinamat	Bau menyerupai bumbu manis dengan rasa buah	Penyedap berry, anggur, dan peachAlmond, cherry, peach, apricot, kacang
Benzaldehid	Aroma dan rasa almond	Penyedap mint, bumbu
Borneol (*bomil alcohol*) 2-etil butiraldehid	Bau dan rasa mint, lime, nut Bau dan rasa cokelat	Cokelat

Sumber: *Wisnu Cahyadi (2006)*

b. Ester dan Karakteristiknya

Rumus Umum Ester

Ester merupakan senyawa turunan asam alkanoat, dengan mengganti gugus hidroksil (–OH) dengan gugus –OR¹, sehingga mempunyai rumus:

$$R - \overset{\overset{\Large O}{||}}{C} - OR^{1}$$

R dan R¹ merupakan gugus alkil, bisa sama atau tidak (Suwarji

2007).

1) Tata Nama Ester

Nama suatu ester terdiri dari dua kata. Kata pertama ialah nama gugus alkil yang terikat pada oksigen ester. Kata kedua berasal dari nama asam karboksilatnya, dengan membuang kata asam (inggris: -ic menjadi –ate) (Fessenden dan Fessenden 1995).

2) Sifat Fisik Ester

Ester yang diturunkan dari asam karboksilat pada umumnya mempunyai sifat yang berlawanan dari zat asalnya.

a) Ester mempunyai bau yang menyenangkan dan sering terdapat pada aroma buah-buahan dan bunga-bungaan.
b) Molekul-molekul ester bersifat polar namun tidak mampu membentuk ikatan hidrogen intermolekuler satu dengan yang lain.
c) Ester mempunyai titik didih yang lebih rendah daripada asam karboksilat isomernya.
d) Titik didih ester terletak antara keton dan eter dengan massa molar yang sebanding.
e) Molekul-molekul ester dapat membentuk ikatan hidrogen dengan molekul-molekul air, ester dengan massa molar rendah larut dalam air. Ester yang memiliki tiga hingga lima atom karbon larut dengan baik dalam air.

3) Sifat Kimia Ester (Suwarji 2007)

a) Ester dapat mengalami reaksi hidrolisis

   Contoh :

   R–COOR1 + H2O ------> R–COOH + R1–OH

   a. (Ester) (Air) (As.Alkanoat) (Alkohol)

b) Ester dapat direduksi dengan H_2 menggunakan katalisator Ni dan dihasilkan dua buah senyawa alkohol.

   Contoh :

$R{-}COOR1 + 2H_2 \rightarrow R{-}CH_2{-}OH + R1{-}OH$

c) Ester Alkohol Alkohol

Ester khususnya minyak atau lemak bereaksi dengan basa membentuk garam (sabun) dan gliserol. Reaksi ini dikenal dengan reaksi safonifikasi atau penyabunan.

4) Jenis ester berdasarkan perbedaan titik didih

a) Ester dengan titik didih rendah (low boiling ester)

Ester ini didistilasi dalam labu distilasi, maka akan keluar sebagai distilat dengan tingkat kemurnian tinggi.

b) Ester dengan titik didih sedang (medium boiling ester)

Ester didistilasi dalam sebuah labu distilasi maka ester akan keluar bersama alkohol, air serta sisa asam, dimana campuran tersebut komposisinya mempunyai titik didih yang hampir sama dan fraksi mol campuran dalam fase uap dan cair yang sama.

c) Ester dengan titik didih tinggi (high boiling ester)

Ester ini dipisahkan dengan penguapan dan penambahan benzene sehingga sisa asam, alkohol, dan air menguap, sedang ester tetap tinggal dalam distilator. Contoh: etil pelargonat, n-oktil asetat.

5) Kegunaan Ester

Banyak senyawa ester yang mempunyai aroma yang harum, sehingga saat ini telah banyak bahan pengharum yang terbuat dari senyawa ester. Kebanyakan ester merupakan zat yang berbau enak dan menyebabkan cita rasa dan harum dari banyak buah-buahan dan bunga. (Winarto *et al*. 2012).

a) Amil asetat banyak digunakan sebagai pelarut untuk damar dan lak

b) Esterifikasi etilen glikol dengan asam bensen 1,4-dikarboksilat menghasilkan poliester yang digunakan sebagai bahan pembuat kain.
c) Karena baunya yang sedap maka ester banyak digunakan sebagai essen pada makanan

6) Proses Esterifikasi dalam Pembuatan ester

Senyawa ester dapat disintesis dengan mereaksikan asam karboksilat dengan alkohol menggunakan katalis, seperti asam sulfat, asam klorida, asam p-toluena sulfonat, atau asam yang berasal dari resin penukar ion. Reaksi pembentukan ester disebut **reaksi esterifikasi**. Reaksi esterifikasi yang melibatkan asam karboksilat dan alkohol yang menghasilkan ester dan air dengan bantuan katalis asam disebut sebagai esterifikasi Fischer (Carey 2000).

Sistem proses yang dirancang untuk menyelesaikan reaksi esterifikasi dikehendaki untuk sedapat mungkin mencapai 100%. Oleh karena itu reaksi esterifikasi merupakan kesetimbangan, maka konversi sempurna tidak mungkin tercapai, dan sesuai informasi yang ada konversi yang dapat dicapai hanya sampai 98%. Nilai konversi yang tinggi dapat dicapai dengan ekses reaktan yang besar. Proses esterifikasi secara umum harus diketahui untuk dapat mendorong konvesi sebesar mungkin. Secara umum ada tiga golongan proses, dan penggolongan ini bergantung kepada volatilitas ester, yaitu :

a) Golongan 1

Dengan ester yang sangat mudah menguap, seperti metil format, metil asetat, dan etil format, titik didih ester lebih rendah daripada alkohol, oleh karena itu ester segera dapat dihilangkan dari campuran reaksi. Produksi metil asetat dengan metode distilasi *Bachaus* merupakan sebuah contoh

dari golongan ini. Metanol dan asam asetat diumpankan ke dalam kolom distilasi dan ester segera dipisahkan sebagai campuran uap dengan metanol dari bagian atas kolom. Air terakumulasi di dasar tangki dan selanjutnya dibuang. Ester dan alkohol dipisahkan lebih lanjut dalam kolom distilasi yang kedua.

b) Golongan 2

Ester dengan kemampuan menguap sebaiknya dipisahkan dengan cara menghilangkan air yang terbentuk secara destilasi. Dalam beberapa hal, campuran terner dari alkohol, air dan ester dapat terbentuk. Kelompok ini layak untuk dipisahkan lebih lanjut: dengan etil asetat, semua bagian ester dipindahkan sebagai campuran uap dengan alkohol dan sebagian air, sedangkan sisa air akan terakumulasi dalam sistem. Dengan butil asetat, semua bagian air dipindahkan ke bagian atas dengan sedikit bagian dari ester dan alkohol, sedangkan sisa ester terakumulasi dalam sistem.

c) Golongan 3

Dengan ester yang mempunyai volatilitas rendah, beberapa kemungkinan timbul. Dalam hal butil dan amil alkohol, air dipisahkan sebagai campuran biner dengan alkohol. Contoh proses untuk tipe seperti ini adalah pembuatan dibutil ftalat. Untuk menghasilkan ester dari alkohol yang lebih pendek (metil, etil, propil) dibutuhkan penambahan hidrokarbon seperti benzena dan toluena untuk memperbesar air yang terdestilasi dengan alkohol bertitik didih tinggi (benzil, furfuril, b-feniletil) suatu cairan tambahan selalu diperlukan untuk menghilangkan kandungan air dari campuran.

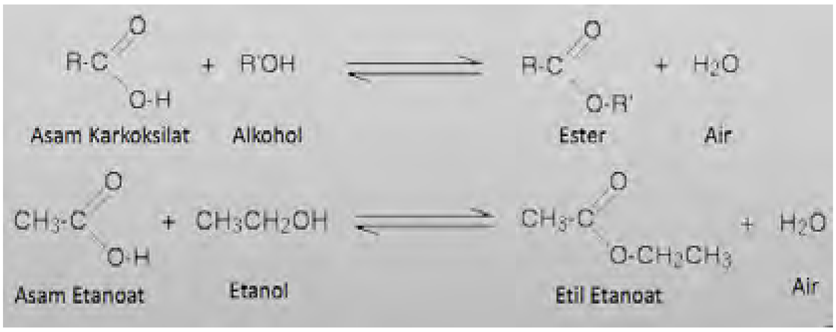
7) **Pembuatan Ester**

Halaman ini membahas tentang cara-cara pembuatan ester dari alkohol di laboratorium dengan menggunakan asam karboksilat, asil klorida (asam klorida) atau anhidrida asam yang sesuai.

a) **Pembuatan Ester dari Asam Karboksilat dan Alkohol**

Suatu asam karboksilat adalah senyawa organik yang mengandung gugus karboksil, – COOH. Gugus karboksil mengandung gugus karbonil dan sebuah gugus hidroksil; antar aksi dari kedua gugus ini mengakibatkan suatu kereaktifan kimia yang unik.Untuk asam karboksilat asam format terdapat pada semut merah, lebah, jelatang dan sebagainya (juga sedikit dalam urine dankeringat). Sifat fisika: cairan, tak berwarna, merusak kulit, berbau tajam, larut dalam H_2O dengan sempurna. Sifat kimia: asam paling kuat dari asam–asam karboksilat, mempunyai gugus asam dan aldehida.

Reaksi esterifikasi bersifat reversibel, untuk memperoleh rendemen tinggi dari ester itu, kesetimbangan harus digeser ke arah sisi ester. Satu teknik untuk mencapai ini adalah menggunakan salah satu zat pereaksi yang murah secara berlebihan. Teknik lain ialah dengan membuang salah satu produk dari dalam campuran reaksi (misalnya, dengan destilasi air secara azeotrofik). Reaksi substitusi antara gugus (–OH) asam karboksilat dengan gugus (–O– CH_2–CH_3) etanol disebut juga **Esterifikasi Fischer** (Fessenden dan Fessenden 1995)



Peranan katalis dalam reaksi esterifikasi sangat penting. Reaksi esterifikasi antara alkohol dan asam karboksilat tanpa katalis akan tercapai setelah refluks beberapa hari. Tetapi dengan adanya katalis asam, kesetimbangan akan dicapai hanya dalam hitungan jam (Furniss *et al*. 1989).

Laju esterifikasi suatu asam karboksilat bergantung pada halangan sterik dalam alkohol dan asam karboksilatnya. Kuat asam dari asam karboksilat hanya memainkan peranan kecil dalam laju pembentukkan ester. Seperti banyak reaksi aldehida dan keton, ersterfikasi suatu asam karboksilat berlangsung melalui serangkaian tahap protonisasi dan deprotonisasi.

b) Pembuatan Ester dari Asam asetat dan Alkohol

Asam asetat (CH_3COOH) sejauh ini merupakan asam karboksilat yang paling penting diperdagangan, industri dan laboratorium. Bentuk murninya disebut asam asetat glasial karena senyawa ini menjadi padat seperti es bila didinginkan. Asam asetat glasial tidak berwarna, cairan mudah terbakar (titik leleh 7ºC, titik didih 80^0C), dengan bau pedas menggigit. Dapat bercampur dengan air dan banyak pelarut organik.

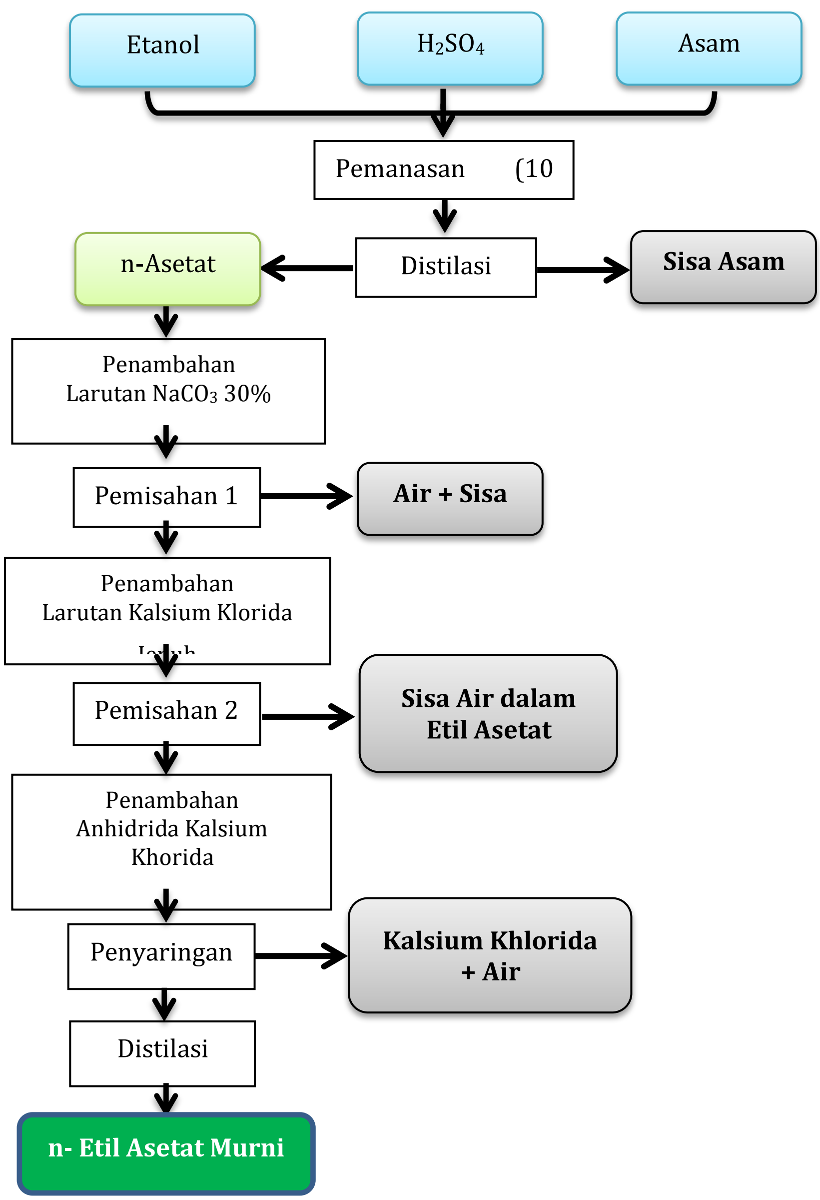
Etil asetat adalah senyawa organik dengan rumus $CH_3CH_2OC(O)CH_3$. Senyawa ini merupakan ester dari etanol dan asam asetat. Senyawa ini berwujud cairan tak berwarna, memiliki aroma khas. Senyawa ini sering disingkat EtOAc, dengan Et mewakili gugus etil dan Oac mewakili asetat. Etil asetat tidak beracun, tidak higroskopis, dan dalam skala besar digunakan sebagai pelarut polar menengah.

Etil Asetat dibuat melalui reaksi esterifikasi Fischer dari asam asetat dan etanol. Reaksi esterifikasi Fischer adalah

reaksi pembentukan ester dengan cara merefluks sebuah asam karboksilat bersama sebuah alkohol dengan katalis asam. Asam yang digunakan sebagai katalis biasanya adalah asam sulfat.

Secara sederhana, reaksi pembentukan etil asetat digambarkan sebagai berikut:

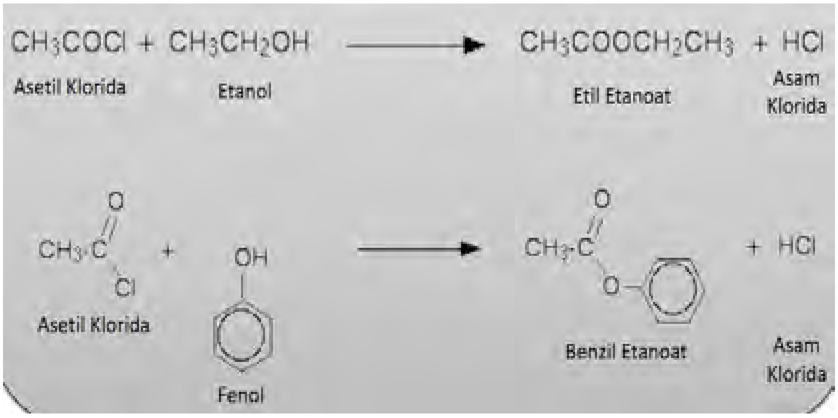
$H_3C\text{-}COOH + HO\text{-}CH_2\text{-}CH_3 <==> H_3C\text{-}COO\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + H_2O$



Gambar 1. Diagram Proses pembuatan n-Etil Asetat

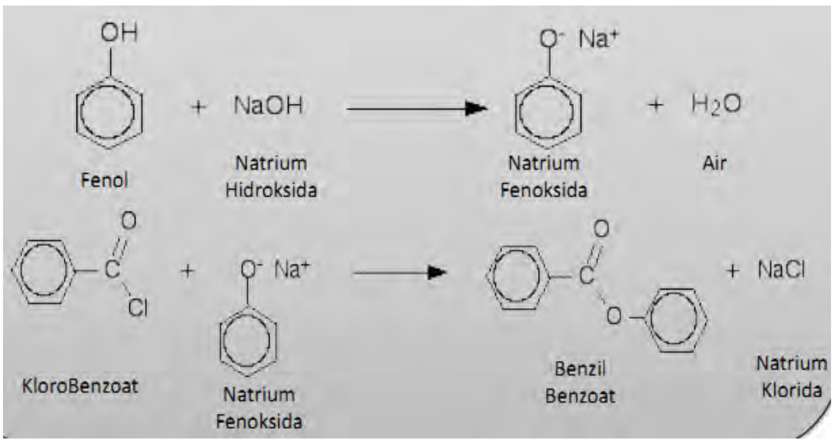
c) **Pembuatan Ester dari Asil Klorida dan Alkohol**

Jika kita menambahkan sebuah asil klorida kedalam sebuah alkohol, maka reaksi yang terjadi cukup progresif (bahkan berlangsung hebat) pada suhu kamar menghasilkan sebuah ester dan awan-awan dari asap hidrogen klorida yang asam dan beruap. Sebagai contoh, jika kita menambahkan etanol klorida kedalam etanol, maka akan terbentuk banyak hidrogen klorida bersama dengan ester cair etil etanoat.



Gambar 2. Reaksi Ester dari Asetil Klorida dengan Etanol dan Fenol

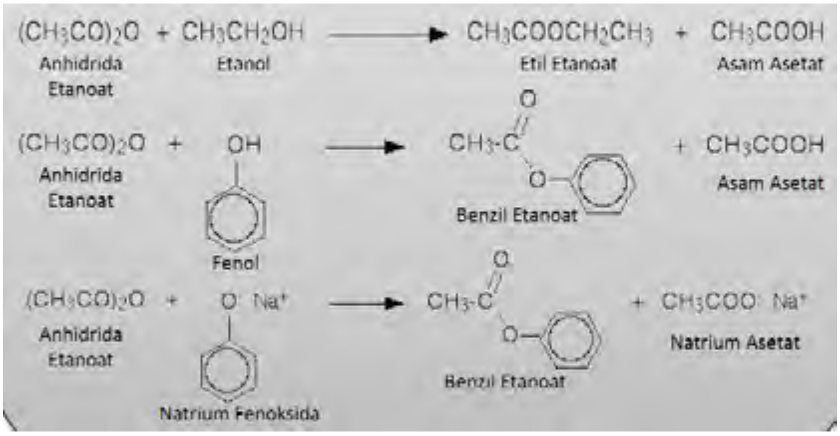
Mempercepat Reaksi antara Fenol dengan beberapa Asil Klorida yang Kurang Reaktif dengan Reaksi Protonasi



Gambar 3. Reaksi antara Fenol dengan beberapa Asil Klorida yang Kurang Reaktif dengan Reaksi Protonasi

d) Pembuatan Ester dari Anhidrida Asam dan Alkohol

Reaksi-reaksi dengan anhidrida asam berlangsung lebih lambat dibanding reaksi-reaksi yang serupa dengan asil klorida, dan biasanya campuran reaksi yang terbentuk perlu dipanaskan. Mari kita ambil contoh etanol yang bereaksi dengan anhidrida etanoat sebagai sebuah reaksi sederhana yang melibatkan sebuah alkohol yaitu reaksi berlangsung lambat pada suhu kamar (atau lebih cepat pada pemanasan). Tidak ada perubahan yang bisa diamati pada cairan yang tidak berwarna, tetapi sebuah campuran etil etanoat dan asam etanoat terbentuk.



Gambar 4. Ester dari Anhidrida Asam dan Alkohol

Proses pembuatan n-Etil Asetat merupakan reaksi reversibel dan menghasilkan suatu kesetimbangan kimia. Karena itu, rasio hasil reaksinya akan menjadi rendah jika air yang terbentuk tidak dipisahkan. Karena reaksinya banyak menggunakan asam maka dalam prosesnya perlu dilakukan penghilangan asam dengan menambahkan Natrium karbonat dan kalsium klorida. Selain itu penambahan kedua zat tersebut berfungsi untuk menghilangkan kadar air dalam n-Etil Asetat. Etil asetat murni memiliki densitas 0.897

gram/cm3 dan titik didih 77.1^{0}C. Karena memiliki titik didih yang rendah, maka n-Etil Asetat mudah menguap.

8) Parameter keberhasilan proses pembuatan ester

Keberhasilan proses pembuatan essen dapat dicapai, apabila dalam proses pembuatannya memperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi esterifikasi antara lain :

a) Waktu Reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil.

b) Pengadukan

Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna. Sesuai dengan persamaan Archenius :

k = A e (-Ea/RT)

dimana, T = Suhu absolut (ºC)

R = Konstanta gas umum (cal/gmol ºK)

Ea = Tenaga aktivasi (cal/gmol)

A = Faktor tumbukan (t-1)

k = Konstanta kecepatan reaksi (t-1)

Semakin besar tumbukan maka semakin besar pula harga konstanta kecepatan reaksi. Sehingga dalam hal ini pengadukan sangat penting mengingat larutan minyak-katalis-metanol merupakan larutan yang *immiscible*.

c) Katalisator

Katalisator berfungsi untuk mengurangi tenaga aktivasi pada suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu harga

konstanta kecepatan reaksi semakin besar. Pada reaksi esterifikasi yang sudah dilakukan biasanya menggunakan konsentrasi katalis antara 1-4 % berat sampai 10 % berat campuran pereaksi (Ketta 1978).

d) Suhu Reaksi

Semakin tinggi suhu yang dioperasikan maka semakin banyak konversi yangdihasilkan, hal ini sesuai dengan persamaan Archenius. Bila suhu naik maka harga k makin besar sehingga reaksi berjalan cepat dan hasil konversi makin besar.

e) Perbandingan zat pereaksi

Reaksi esterifikasi bersifat reversible, maka salah satu pereaktan harus dibuat berlebih agar optimal dalam pembentukan produk essen yang ingin dihasilkan

c. Pemisahan/pemurnian Essen

Pada pembuatan essen dilakukan tahap pemisahan atau pemurnian. Permurnian yang dilakukan biasanya menggunakan cara destilasi. Destilasi (penyulingan) adalah proses pemisahan komponen dari suatu campuran yang berupa larutan cair-cair dimana karakteristik dari campuran tersebut adalah mampu campur dan mudah menguap. Selain itu komponen-komponen tersebut mempunyai perbedaan tekanan uap dan hasil dari pemisahannya menjadi komponen-komponennya atau kelompok-kelompok komponen. Karena adanya perbedaan tekanan uap, maka dapat dikatakan pula proses penyulingan merupakan proses pemisahan komponen-komponennya berdasarkan perbedaan titik didihnya (Rahayu 2009).

Proses destilasi diawali dengan pemanasan, sehingga zat yang memiliki titik didih lebih rendah akan menguap. Uap tersebut bergerak menuju kondensor (pendingin), proses pendinginan terjadi karena kita mengalirkan air kedalam dinding (bagian luar

kondensor), sehingga uap yang dihasilkan akan kembali cair. Proses ini berjalan terus menerus dan akhirnya kita dapat memisahkan seluruh senyawa-senyawa yang ada dalam campuran homogen tersebut.

Proses destilasi digunakan untuk memisahkan antara senyawa utama dengan air atau dengan kata lain untuk mendapatkan essen yang murni. Destilasi dilakukan selama kurang lebih 10 menit. Hasil dari proses destilasi akan menetes melalui ujung alat ke dalam gelas erlenmeyer. Saat proses destilasi berlangsung harus selalu dijaga agar suhu yang tercantum pada termometer kurang lebih $70^{0}C$. Hal ini karena produk lain dari reaksi esterifikasi adalah H_2O yang dapat dipisahkan dengan destilat karena antara air dan senyawa utama ester memiliki perbedaan titik didih yang cukup besar sehingga destilat (memiliki titik didih rendah akan keluar terlebih dahulu) adalah etil etanoat (Styaningrum 2013).

d. Pengenalan Alat-alat yang dapat digunakan dalam proses pembuatan Essen skala laboratorium

Table 2. Alat-alat yang dapat digunakan dalam pembelajaran kimia organik 2 (Pembuatan Essen skala laboratorium)

Macam-macam alat	Proses Pembuatan				
	Essen	Biodiesel	Sabun opaq/transparan	Ditergen	*Hand soap*
Jas lab	✓	✓	✓	✓	✓
Masker	✓	✓	✓	✓	✓
Kacamata	✓	✓	✓	✓	✓
Sarung tangan	✓	✓	✓	✓	✓
Seperangkat alat refluks	✓				
Seperangkat alat destilasi	✓				
Corong pisah	✓	✓			
Labu alas bulat	✓				
Pendingin Leibig *(Leibig*	✓				

Condenser)					
Gelas kimia	✓	✓	✓	✓	✓
Erlenmeyer	✓	✓	✓		
Gelas ukur	✓	✓			
Kertas lakmus	✓				
Batu didih	✓				
Termometer	✓	✓	✓		
Labu leher tiga		✓			
Buret		✓	✓		
Pipet tetes	✓	✓		✓	✓
Statif dan klem	✓	✓			
Water bath	✓	✓			
Labu ukur	✓	✓			
Batang Pengaduk	✓	✓	✓	✓	✓
Kertas saring	✓	✓			
Spatula	✓		✓		✓
Hot plate stirer dan *magnetic stirrer*	✓		✓		
Timbangan	✓		✓	✓	✓
Cetakan			✓		
Corong			✓		
pH meter			✓		
Wadah plastik polipropilen				✓	✓
Blender				✓	
Ayakan				✓	
Mixer					✓
Ember plastik		✓			
Panci		✓			
Kompor		✓			

1) Jas Laboratorium

Jas Laboratorium lebih baik seluruhnya tertutup dengan kancing. Namun, jas laboratorium dengan lengan panjang, bukaan di belakang akan memberikan perlindungan lebih baik 24omogeny24a jas laboratorium yang umum digunakan dan lebih disarankan untuk digunakan pada laboratorium mikrobiologi untuk pekerjaan yang berhubungan dengan 24omogen Biosafety.



Gambar 5. Jas laboratorium

Sumber: http://amanahmuliaame.blogspot.com/p/jas-laboratorium.html

Jas laboratorium dirancang untuk melindungi kulit dan pakaian dari bahan kimia yang mungkin tumpah. Jas ini harus selalu dipakai dan lebih baik jika panjangnya selutut. Ada beberapa jenis mantel laboratorium yang berbeda untuk jenis perlindungan yang berbeda;

- Kapas melindungi dari objek inhalasi, tepian yang keras atau tajam dan pada umumnya perlindungan terhadap api
- Wol melindungi dari percikan bahan yang dicairkan, cuka dalam jumlah kecil, dan nyala api kecil
- Serat Buatan melindungi dari percikan dan radiasi inframerah atau ultra ungu.
- Bahan anti statik

Jas laboratorium dari serat buatan dapat meningkatkan beberapa resiko laboratorium. Sebagai contoh, beberapa bahan pelarut 25omo menghancurkan beberapa kelas serat buatan tertentu, dengan demikian mengurangi efek perlindungan dari mantel tersebut. Sebagai tambahan, pada kontak dengan nyala api, beberapa serat buatan akan meleleh. Jas Laboratorium juga

dapat dibuat dengan snaps/fasteners yang membuat pemakai 26omo bergerak cepat dalam suatu keadaan darurat.

Celemek merupakan suatu alat untuk mantel laboratorium. Pada umumnya dibuat dari atau karet untuk melindungi pemakai terhadap bahan kimia bersifat menghancurkan. Celemek atau apron harus dikenakan di atas jas laboratorium jika diperlukan untuk perlindungan terhadap tumpahan bahan kimia atau bahan biologi seperti darah atau cairan kultur.

2) Masker

Masker berfungsi untuk melindungi pernafasan sekaligus bagian percernaan. Ketika terhirup dan tertelan. Resiko yang lebih tinggi untuk terkena ialah terhirup karena kita harus terus bernapas walaupun di tempat yang banyak bahan kimia berbahaya. Oleh karena itu disini kita perlu menggunakan masker. Ada berbagai jenis masker, mulai dari masker kain sederhana hingga masker yang menyatu dengan perisai muka dan kacamata, tergantung resiko yang dihadapi.



Gambar 6. Masker
Sumber: http://sidoarjo.olx.co.id/jual-masker-hijau-untuk-industri-rs-laboratorium-dan-lain-lain-iid-296124101

3) **Kacamata**

Kacamata sudah jelas berfungsi untuk melindungi mata dari berbagai resiko paparan bahan kimia yang dapat menyebabkan kebutaan. Kacamata lab memiliki perbedaan dari kacamata biasa, yaitu untuk resistansi atau ketahanan terhadap goncangan dan bagian pinggir yang lebih tertutup dari kacamata biasa. Karena bahaya bisa masuk lewat pinggir, tidak selalu dari depan. Bahkan ada beberapa kacamata yang terintegrasi dengan perisai muka yang dapat melindungi keseluruhan muka. Karena jika berhubungan dengan bahan kimia berbahaya dengan jumlah banyak , akan sangat mudah untuk terciprat atau terkena partikel partikel yang beterbangan.



Gambar 7. Kacamata
Sumber: http://www.tekadjaya.com/kacamata-laboratorium/85.html

4) **Sarung tangan**

Kontak pada kulit tangan merupakan permasalahan yang sangat penting apabila terpapar bahan kimia yang korosif dan beracun. Sarung tangan menjadi solusi bagi Anda. Tidak hanya melindungi tangan terhadap karakteristik bahaya bahan kimia tersebut, sarung tangan juga dapat 27omoge perlindungan dari peralatan gelas yang pecah atau rusak, permukaan benda yang kasar atau tajam, dan material yang panas atau dingin.



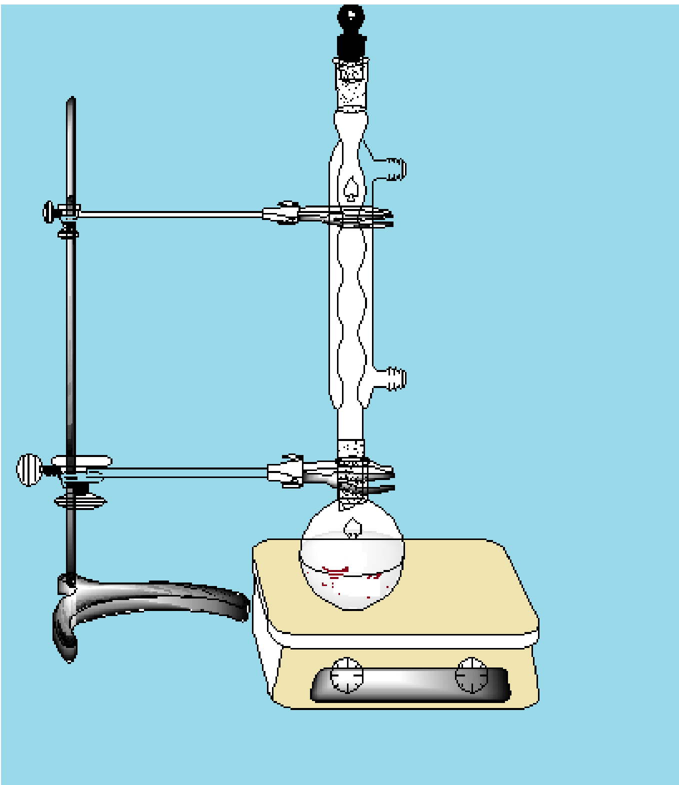
Gambar 8. Contoh Sarung tangan karet
Sumber:http://indonetwork.co.id/cv_tiara_lestari/group+113681/change?perPageItem=12

Bahan kimia dapat dengan cepat merusak sarung tangan yang di pakai jika tidak dipilih bahannya dengan benar berdasarkan bahan kimia yang ditangani. Selain itu, 28omogeny yang lain adalah berdasarkan pada ketebalan dan rata-rata daya tembus atau terobos bahan kimia ke kulit tangan. Sarung tangan harus secara 28omogeny diganti berdasarkan frekuensi pemakaian dan permeabilitas bahan kimia yang ditangani. Jenis sarung tangan yang sering dipakai di laboratorium, diantaranya, terbuat dari bahan karet, kulit dan pengisolasi (asbestos) untuk 28omogeny28at tinggi. Jenis karet yang digunakan pada sarung tangan, diantaranya adalah karet 28omog atau alam, neoprene, nitril, dan PVC (Polivinil klorida). Semua jenis sarung tangan tersebut dipilih berdasarkan bahan kimia yang akan ditangani. Sebagai contoh, sarung tangan yang terbuat dari karet alam baik apabila bekerja dengan Ammonium hidroxida, tetapi tidak baik bila bekerja dengan Dietil eter.

5) Seperangkat alat refluks

Pada pembuatan essen perlu dilakukan proses refluks. Refluks umumnya digunakan untuk mensistesis senyawa-senyawa yang

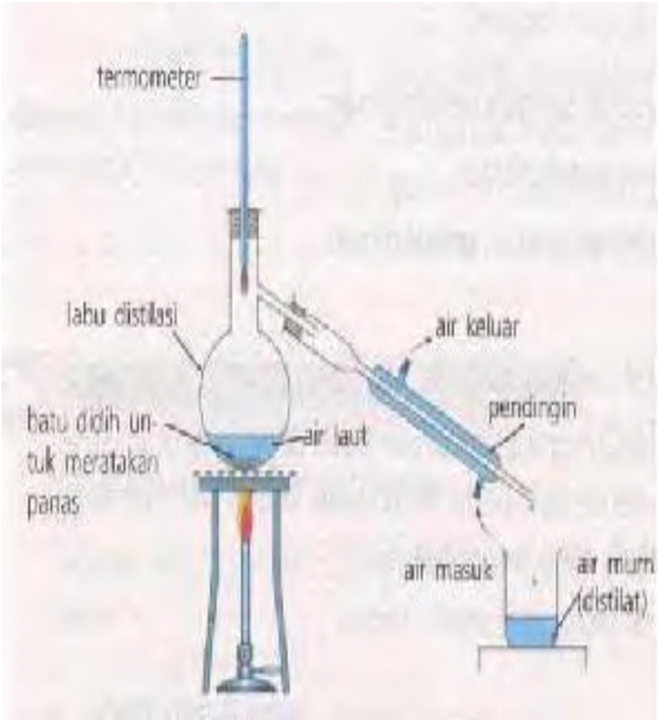
mudah menguap atau volatil. Pada kondisi ini jika dilakukan pemanasan biasa maka pelarut akan menguap sebelum reaksi berjalan sampai selesai. Prinsip dari metode refluks adalah pelarut volatil yang digunakan akan menguap pada suhu tinggi, namun akan didinginkan dengan kondensor sehingga pelarut yang tadinya dalam bentuk uap akan mengembun pada kondensor dan turun lagi ke dalam wadah reaksi sehingga pelarut akan tetap ada selama reaksi berlangsung. Kondensor yang digunakan adalah pendingin bola, bukan pendingin Liebig, tujuannya untuk menghalangi uap pelarut tetap ada. Apabila menggunakan Liebig, kemungkinan senyawa yang akan disintesis tidak ada hasilnya, karena kesemuanya sudah menguap. Oleh karena itu dalam pembuatan essen dibutuhkan **seperangkat alat refluks**.



Gambar 9. Alat refluks
Sumber:http://welovechemistry2009.wordpress.com/2012/07/09/skema-alat-refluks/

6) Seperangkat alat destilasi

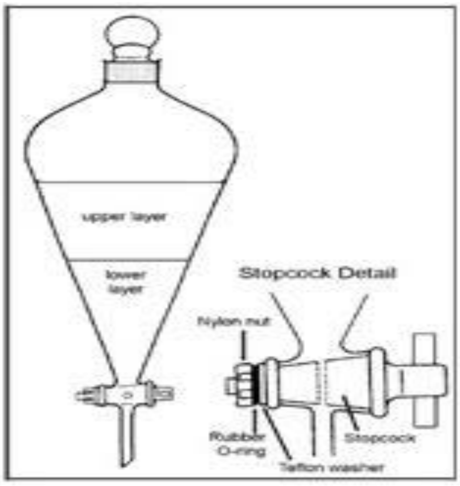
Alat destilasi digunakan untuk memisahkan komponen-komponen yang terdapat dalam salah satu larutan atau campuran dan bergantung pada distribusi komponen-komponen tersebut antara fasa uap dan fasa air. Destilasi merupakan suatu perubahan cairan menjadi uap dan uap tersebut didinginkan kembali menjadi cairan. Alat destilasi dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 10. Alat destilasi
Sumber:http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah_web/2008/Meggy%20Yulia%20A%20060221/lks.html

7) Corong pisah

Corong pisah digunanakan untuk memisahkan dua larutan yang tidak bercampur karena adanya perbedaan massa jenis. Corong pisah biasa digunakan pada proses ekstraksi. Corong pisah dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 11. Corong pisah
Sumber:http://greatminds2.wordpress.com/2012/11/03/ektraksi/

8) Labu alas bulat

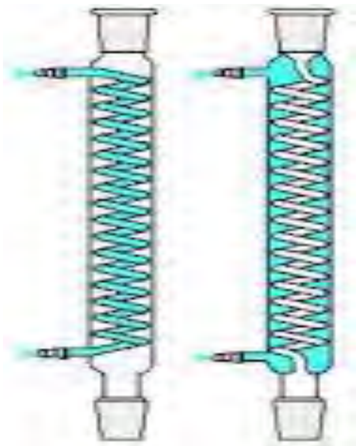
Labu alas bulat mempunyai alas bulat dan leher panjang dan leher panjang dengan mulut sempit. Pada badan labu alas bulat bertuliskan volume yang merupakan kapasitas labu alas bulat. Fungsinya untuk memanaskan atau mendidihkan larutan. Pada penggunaan untuk destilasi maka labu alas bulat ini masih disambung dengan pendingin dan perlatan gelas lain. Dapat digunakan untuk keperluan memanaskan zat cair dengan set penangas air, penangas minyak, ataupun penangas pasir.Labu alas bulat dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 12. Labu alas bulat
Sumber:http://instrumentanalis.blogspot.com/2012_09_01_archive.html

9) **Pendingin Leibig (Leibig Condenser)**

Mempunyai bentuk menyerupai pipa lurus dan rata yang dibungkus oleh pipa lain yang lebih besar. Terbuat dari gelas yang tembus pandang *(opaque)*. Fungsinya,sebagai pengembun dalam proses detilasi cairan dengan titik didih dibawah 100°C. Media yang digunakan sebagai pendingin adalah air yang dialirkan dari kran.



Gambar 13. **Pendingin leibig**

Sumber: http://udorganik.indonetwork.co.id/prod/46.html

10) **Gelas kimia**

Berupa gelas tinggi, berdiameter besar dengan skala sepanjang dindingnya. Terbuat dari kaca borosilikat yang tahan terhadap panas hingga suhu 200°C atau terbuat dari 32omogen. Gelas kimia yang digunakan untuk bahan kimia yang bersifat korosif terbuat dari PTPE. Ukuran alat ini ada yang 50 mL, 100 mL dan 2 L. Gelas kimia berfungsi untuk mengukur volume larutan yang tidak memerlukan tingkat ketelitian yang tinggi, menampung zat kimia, memanaskan cairan, dan media pemanasan cairan.Gelas kimia dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 14. Gelas kimia

Sumber:
http://chemistryeducationbhe.blogspot.com/2012/09/teknik-laboratorium-alat-alat-di.html

11) Erlenmeyer

Labu Erlenmeyer berupa gelas yang diameternya semakin ke atas semakin kecil dengan skala sepanjang dindingnya. Labu erlenmeyer adalah sebuah perangkat yang memiliki kapasitas antara 5mL sampai 5L dan biasanya alatini digunakan untuk mengencerkan zat tertentu hingga batas leher labu ukur. Alat ini biasanya digunakan untuk mendapatkan larutan zat tertentu yang nantinya hanya digunakan dalam ukuran yang terbatas hanya sebagai sampel dengan menggunakan pipet.

Fungsi Erlenmeyer yaitu untuk menyimpan dan memanaskan larutan, menampung filtrat hasil penyaringan, menampung titran (larutan yang dititrasi) pada proses titrasi, pada pengujian mikrobiologi, dan digunakan sebagai tempat pembiakan mikroba. Erlenmeyer dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 15. Erlenmeyer
Sumber: http://www.greatglas.com/ErlenmeyerFlasks.htm

12) Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur volume larutan atau cairan pada ukuran volume tertentu. Terbuat dari gelas (polipropilen) atau plastik. Gelas ukur digunakan untuk mengukur 10-2000 mL. Sebaiknya gunakan gelas ukur dengan ukuran volume terdekat. Gelas ukur dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 16. Gelas ukur
Sumber:
http://rikadianiedasopang.blogspot.com/2012/12/penuntun-praktikum-kimia-dasar-i.html

13) **Kertas lakmus**

Merupakan 35omogeny35 berbentuk kertas lembaran-lembaran kecil yang berfungsi untuk mengukur atau mengetahui tingkat keasaman (pH) larutan. Kertas lakmus dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 17. Kertas lakmus
Sumber: http://inviro.co.id/kertas-lakmus-ph-paper/

14) **Batu didih**

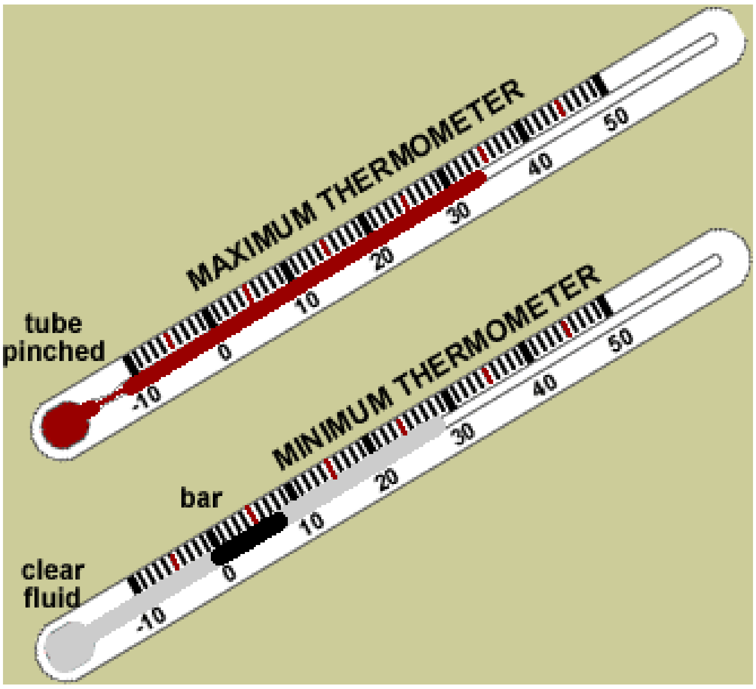
Batu didih digunakan untuk meratakan panas sehingga panas menjadi homogenpada seluruh bagian larutan, selain itu digunakan juga untuk menghindari titik lewat didih. Pori-pori dalam batu didih akan membantu penangkapan udara pada larutan dan melepaskannya ke permukaan larutan (ini akan menyebabkan timbulnya gelembung-gelembung kecil pada batu didih). Tanpa batu didih, maka larutan yang dipanaskan akan menjadi *superheated* pada bagian tertentu, lalu tiba-tiba akan mengeluarkan uap panas yang 35omo menimbulkan letupan/ledakan (*bumping*).

Batu didih tidak boleh dimasukkan pada saat larutan akan mencapai titik didihnya. Jika batu didih dimasukkan pada larutan yang sudah 35omoge mendidih, maka akan terbentuk uap panas dalam jumlah yang besar secara tiba-tiba. Hal ini 35omo menyebabkan ledakan ataupun kebakaran. Batu didih

harus dimasukkan ke dalam cairan sebelum cairan itu mulai dipanaskan. Jika batu didih akan dimasukkan di tengah-tengah pemanasan, maka suhu cairan harus diturunkan terlebih dahulu. Sebaiknya batu didih tidak digunakan secara berulang-ulang karena pori-pori dalam batu didih 36omo tersumbat zat-zat pengotor dalam cairan.

15) Termometer

Termometer digunakan untuk mengukur suhu. Adapun keuntungan dan kerugian dari terometer adalah sebagai berikut:



Gambar 18. Termometer
Sumber:http://sitirisnayah.blogspot.com/2012/11/keistimewaan-air-raksa-dan-alkohol-pada.html

Table 3. Keuntungan dan kerugian thermometer

Keuntungan	Kerugian
1. Pemuaiannya merata dan teratur	1. Harganya mahal
2. Peka terhadap perubahan suhu.	2. Tidak dapat mengukur suhu di bawah -40^{o}C

3. Tidak membasahi dinding kaca pada saat memuai dan menyusut.	3. Raksa termasuk zat beracun sehingga sangat berbahaya jika termometer pecah
4. Titik bekunya rendah (-40^{o}C) dan titik didihnya tinggi (350^{o}C) sehingga dapat mengukur suhu yang relatif rendah maupun suhu yang tinggi.	
5. Warnanya mengkilap sehingga memudahkan pembacaan skala.	

16) Timbangan

Timbangan berfungsi

mengukur beban suatu muatan. Timbangan bermacam-macam jenisnya, pada umumnya timbangan diklasifikasikan menjadi timbangan manual dan digital.



Gambar 19. Timbangan

Sumber: http://jasakalibrasi.net/timbangan-digital/

17) Statif dan klem

Berfungsi untuk menjepit buret atau alat-alat destilator.

Gambar 20. Statif dan klem
Sumber: http://www.bio-rad.com/zh-cn/sku/87769- scangel-statif

18) Water bath

Berfungsi untuk pemanasan pada suhu rendah 30^0C sampai 100^0C dan menguapkan zat atau larutan dengan suhu yang tidak terlalu tinggi. *Water bath* menggunakan daya listrik yang rendah sehingga sangat ekonomis dan efisien. Pada laboratorium mikrobiologi, *water bath* digunakan untuk menginkubasi kultur mikrobiologi. Secara sederhana alat ini menggunakan pemanas pada air yang dipanaskan dengan api maupun dengan listrik atau uap dari air.



Gambar 21. Waterbath
Sumber: http://www.testmark.net/showitem-382.html

19) Batang pengaduk

Batang pengaduk terbuat dari kaca tahan panas. Alat ini berfungsi untuk mengaduk suatu larutan atau cairan.



Gambar 22. Batang pengaduk
Sumber: http://smakazizah.blogspot.com/2012/09/kelompok-1b_16.html

20) Kertas saring

Kertas saring berfungsi utk memisahkan partikel 39omogeny dgn cairan ,atau utk memisahkan antara zat terlarut dgn zat padat.



Gambar 23. Kertas saring
Sumber: http://ihzafaizha.blogspot.com/2011/11/alat-alat-di-laboratorium.html

21) Spatula

Spatula berupa sendok panjang dengan ujung atasnya datar, terbuat dari *stainless steel* atau alumunium. Alat untuk mengambil obyek. Spatula yang sering digunakan di laboratorium biologi atau kimia berbentuk sendok kecil, pipih dan bertangkai. Fungsinya untuk mengambil bahan kimia yang berbentuk padatan dan dipakai untuk mengaduk larutan.



Gambar 24. Spatula
Sumber:http://onelaboratorytechniq.blogspot.com/2012/09/alat-alat-lab.html

3. REFLEKSI

Petunjuk :

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda!

1. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
....
....
....
....

2. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
   ....
   ....
   ....

3. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
   ....

4. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
   ....
   ....
   ....

5. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
   ....
   ....
   ....

4. TUGAS

Tugas 1

Tuliskan 10 contoh ester yang terdapat pada essen buah-buahan beserta rumus kimianya !

Nama Essen	Nama Ester	Rumus Kimia

Tugas 2

Lakukan kegiatan praktikum pembuatan ester dari asam karboksilat dan alkohol di laboratorium Hal-hal penting yang harus anda perhatikan adalah sebagai berikut: 1. Gunakan lembar kerja 1. Dalam melakukan praktikum 2. Menyiapkan alat untuk praktikum 3. Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum 4. Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur pada lembar kerja 5. Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung 6. Melakukan pencatatan data 7. Menghitung/mengolah data hasil pengamatan 8. Membuat laporan hasil praktikum 9. Membersihkan lingkungan laboratorium setelah melakukan praktikum

Lembar Kerja 1 :

1	**Materi**	:	**Pembuatan Ester dari Asam Karboksilat dan Alkohol**
2	**Tujuan**	:	Setelah melakukan kegiatan Praktek peserta didik mampu: • Melakukan Sintesis dan identifikasi ester • Melakukan Esterifikasi dengan alkohol berlebih • Melakukan Sintesis beberapa ester • Melakukan Esterifikasi dengan asam berlebih
3	**Alat**	:	Alat-alat yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut: • Tabung reaksi • Pipet tetes • Kaca arloji • Penangas air • Pengaduk • Gelas ukur

4 **Bahan** : Bahan-bahan yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut:

- Asam asetat glasial
- Isoamil alcohol atau etanol
- Asam sulfat 6 M
- Metanol
- Asam Benzoat

5 **Langkah Kerja** :

a. Sintesis dan identifikasi ester

1. Masukkan 1 ml asam asetat glacial + 1 ml isoamil alkohol ke dalam tabung reaksi
2. Tambahkan 10 tetes asam sulfat 6 M, aduk, selanjutnya dimasukkan tabung reaksi ke penangas air selama 10 menit.
3. Amati jumlah lapisan ester yang terbentuk pada bagian atas tabung reaksi
4. Pindahkan beberapa tetes lapisan atas ke dalam gelas arloji. Selanjutnya lakukan identifikasi baunya
5. siapkan 3 tabung reaksi + 3 ml asamnya. Lalu berturut-turut di tambahkan alcohol 2, 3 dan 4 ml.
6. Tambahkan pada setiap tabung 10 tetes asam sulfat 6 M, selanjutnya panaskan dalam penangas air selama 10 menit. Terbentuk dua lapisan. Lapisan atas adalah ester.

b. Esterifikasi dengan alkohol berlebih

1. Tambahkan alkohol berlebih pada lapisan ester yang terbentuk
2. selanjutnya bandingkan bau yang terbentuk, zat apa saja yang pada setiap tabung

c. Sintesis beberapa ester

1. Lakukan percobaan seperti cara A
2. Tambahkan Asam benzoat 250 mg + methanol 3 ml,15 tetes asam sulfat 6 M pada lapisan yang terbentuk
3. Tambahkan Asam asetat 1ml dan butanol 1 ml , 10 tetes asam sulfat 6 M , selanjutnya amati perubahan apa yang terjadi pada lapisan tersebut

d. Esterifikasi dengan asam berlebih

1. Siapkan 3 tabung reaksi, masing-masing masukkan 4, 6 dan 8 ml asamnya. diberi 3 ml alkoholnya.
2. Tambahkan 15 tetes asam sulfat 6 M pada setiap tabung,
3. Panaskan dalam penangas air selama 10 menit.
4. Amati lapisan yang terbentuk, lapisan bagian atas adalah ester.

5. TES FORMATIF

a. Tuliskan struktur umum dari alkohol primer, sekunder dan tersier!

b. Jelaskan pembagian golongan proses esterifikasi berdasarkan volatilitas ester!

c. Jelaskan sifat-sifat fisis dari senyawa ester!

d. Jelaskan sifat-sifat kimia dari senyawa ester!

e. Jelaskan jenis senyawa ester berdasarkan titik didihnya!

f. Tulis persamaan reaksi dari jenis proses pembuatan ester berikut :

- Alkohol primer dengan asam karboksilat
- Alkohol sekunder dengan asam karboksilat
- Alkohol tersier dengan asam karboksilat
- Alkohol dengan asam asetat
- Alkohol dengan asam klorida
- Alkohol dengan anhidrida asam

C. PENILAIAN

a. Penilaian Sikap

Skala penilaian sikap dibuat dengan rentang antara 1 s.d 4.

1. BT (belum tampak) *jika* sama sekali tidak menunjukkan usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas
2. MT (mulai tampak) *jika* menunjukkan sudah ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas tetapi masih sedikit dan belum ajeg/konsisten
3. MB (mulai berkembang) *jika* menunjukkan ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas yang cukup sering dan mulai ajeg/konsisten
4. MK (membudaya) *jika* menunjukkan adanya usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas secara terus-menerus dan ajeg/konsisten

No	Sikap	Religius				Disiplin				Tanggug jawab				Peduli				Responsif				Teliti				Jujur				Santun			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mengamati																																
2	Menanya																																
3	Mengeksplorasi																																
4	Mengasosiasikan																																
5	Mengkomunikasikan																																

2. Penilaian Pengetahuan

a. Tuliskan nama dan rumus molekul dari ester pada essen buah-buahan dan parfum berikut:
   - Essen aroma khas buah jeruk,
   - Essen aroma khas buah nanas,
   - Essen aroma khas buah pisang
   - Essen aroma khas buah apel,
   - Essen aroma khas buah mangga,
   - Essen aroma khas bunga jasmine,
   - Essen aroma khas bunga melati dan kenanga.

b. Semua langkah dari mekanisme reaksi esterifikasi Fischer adalah kesetimbangan asam-basa.Jelaskan empat langkah dariMekanisme reaksi esterifikasi Fischer tersebut!

c. Jelaskan langkah kerja pembuatan ester dari asam karboksilat dan alkohol dari jenis kegiatan berikut:
   - Sintesis beberapa ester dan identifikasi ester
   - Esterifikasi dengan alkohol berlebih
   - Esterifikasi dengan asam berlebih

3. Penilaian Keterampilan

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
		1	2	3
a.	Menyiapkan alat untuk praktikum			
b.	Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum			
c.	Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur			
d.	Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung			
e.	Melakukan pencatatan data			

f.	Menghitung/mengolah data hasil pengamatan			
g.	Membuat laporan hasil praktum			
h.	Membersihkan lingkungan praktikum			

Rubrik :

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	**2**	**3**
Menyiapkan alat untuk praktikum	Alat tidak disiapkan	Alat disiapkan tidak sesuai dengan diperlukan	Alat disiapkan sesuai dengan yang diperlukan
Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum	Bahan yang digunakan tidak lengkap	Bahan yang digunakan lengkap tapi ada yang tidak dibutuhkan	Bahan yang digunakan lengkap dan sesuai dengan yang dibutuhkan
Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung	Pengamtan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Melakukan pencatatan data pengamatan	Data pengamatan tidak dicatat	Data pengamatan dicatat tetapi ada kesalahan	Data pengamtan dicatat dengan lengkap
Menghitung/ mengolah data hasil pengamatan	Perhitungan data hasil pengamatan salah	Perhitungan data hasil pengamatan benar tetapi tidak sesuai dengan rumus	Perhitungan data hasil pengamatan benar dan lengkap sesuai rumus
Membuat laporan hasil praktikum	Laporan hasil praktikum tidak dibuat	Laporan hasil praktikum rapi dan tidak lengkap	Laporan hasil praktikum rapi dan lengkap
Membersihkan lingkungan tempat praktikum	Lingkungan tempat praktikum tidak dibersihkan	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dan tidak rapi	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dengan rapi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : Membuat Biodiesel Skala Laboratorium

A. DESKRIPSI

Membuat biodeselskala laboratorium merupakan salah satu kompetensi dasar dari mata pelajaran kimia organik untuk peserta didik SMK pada paket keahlian kimia analisis. Kompetensi dasar ini merupakan dasar kejuruan pada paket keahlian kimia analisis yang bertujuan untuk memantapkan pemahaman fakta, konsep, prinsip dan prosedur serta metakognitif mengenai pembuatanbiodeselskala laboratorium secara aplikatif. Pembelajaran ini meliputi: Jenis bahan organik yang digunakan dalam pembuatan biodiesel,reaktor/alat-alat yang digunakan dalam pembuatan biodiesel skala laboratorium, proses pembuatan biodiesel skala laboratorium dan pemurnian biodiesel. Pelaksanaannya meliputi langkah-langkah pembelajaran mengamati, menanya, mengeksplorasi keterampilan proses dalam bentuk eksperimen, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan hasil pengamatan dan percobaan, kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan/analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya. Media yang digunakan meliputi alat dan bahan praktikum serta OHP. Penguasaan materi peserta didik dievaluasi melalui sikap, pengetahuan dan keterampilan.

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan pembelajaran tentang pembuatan biodiesel skala laboratorium, peserta didik diharapkan mampu:

a. Memahami jenis bahan organik yang digunakan dalam pembuatan biodiesel,
b. Memahami alat-alat yang digunakan dalam pembuatan biodiesel skala laboratorium,
c. Menerapkan proses pembuatan biodiesel skala laboratorium,
d. Melakukan pemurnian biodiesel skala laboratorium

2. Uraian Materi

a. Jenis Bahan Organik Sebagai Bahan Baku Biodiesel

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang berasal dari sumber yang terbarukan. Secara kimiawi, biodiesel merupakan campuran metil atau etil ester dengan asam lemak rantai panjang yang dihasilkan dari sumber hayati seperti minyak nabati dan lemak hewani atau dari minyak goreng bekas pakai. Minyak nabati merupakan sumber bahan baku yang menjanjikan bagi proses produksi biodiesel karena bersifat terbarukan, dapat diproduksi dalam skala besar dan ramah lingkungan.

Minyak nabati terdiri dari minyak pangan dan minyak non-pangan. Hingga saat ini lebih dari 95% bahan baku proses produksi biodiesel berasal dari minyak pangan karena umumnya dapat diproduksi di berbagai daerah dan karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari minyak ini lebih sesuai untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif selain bahan bakar diesel turunan minyak bumi.

Metil ester atau etil ester adalah senyawa yang relatif stabil, cairan pada suhu ruang (titik leleh antara 4-18^{o}C), nonkorosif, dan titik didihnya rendah. Dalam beberapa penggunaan, metil ester lebih banyak disukai dibanding dengan penggunaan asam lemak.

Biodiesel memiliki beberapa keunggulan diantaranya efisiensi pembakaran dan angka setana yang lebih tinggi daripada bahan bakar diesel turunan minyak bumi. Biodiesel memiliki kandungan senyawa sulfur dan aromatik yang lebih rendah daripada bahan bakar diesel sehingga emisi gas berbahaya hasil pembakarannya lebih rendah daripada emisi bahan bakar diesel turunan minyak bumi. Selain itu biodiesel juga dapat terdegradasi secara alami. Lebih dari 90% Biodiesel dapat terdegradasi secara biologis selama 21 hari.

Beberapa bahan baku untuk pembuatan biodiesel antara lain kelapa sawit, kedelai, bunga matahari, jarak, tebu dan beberapa jenis tumbuhan lainnya. Dari beberapa bahan baku tersebut di Indonesia yang punya prospek untuk diolah menjadi biodiesel adalah kelapa, kelapa sawit dan jarak pagar, tetapi prospek kelapa sawit lebih besar untuk pengolahan secara besar-besaran. Sebagai tanaman industri kelapa sawit telah tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia, teknologi pengolahannya sudah mapan. Dibandingkan dengan tanaman yang lain seperti kedelai, bunga matahari, tebu, jarak pagar dan lain lain yang masih mempunyai kelemahan antara lain sumbernya sangat terbatas dan masih diimpor (kedelai & bunga matahari), tebu masih minim untuk bahan baku gula (kekurangan gula nasional masih diimpor dan hanya dapat dipakai tetesnya sebagai bahan alkohol), jarak pagar masih dalam taraf penelitian skala laboratorium untuk budidaya dan pengolahannya.

1) Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu anggota tanaman palma yang paling dikenal dan banyak tersebar di daerah tropis. Tinggi pohon kelapa dapat mencapai 10 - 14 meter lebih, daunnya berpelepah dengan panjang dapat mencapai 3 - 4 meter lebih dengan sirip-sirip lidi yang menopang tiap helaian.

Dalam taksonomi tumbuh-tumbuhan, tanaman kelapa dimasukkan ke dalam klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub-divisio	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Palmales

Familia : Palmae

Genus : Cocos

Spesies : *Cocos nucifera* L

Di Indonesia terdapat dua jenis varietas kelapa yaitu kelapa genjah (*dwarf coconut*) dan kelapa dalam (*tall coconut*). Disamping kedua kultivar tersebut dikenal kelapa hibrida yang merupakan hasil persilangan kedua varietas tersebut.

Kelapa memiliki berbagai nama. Orang Inggris menyebutnya *coconut*, orang Prancis menyebut *cocotier*, orang Belanda menyebutnya *kokosnoot*, dan di Indonesia dikenal dengan kelapa dan nyiur, sedangkan di Jawa disebut kambil, kerambil, klapa.

Minyak kelapa dapat dihasilkan dari daging buah kelapa segar atau dari kopra. Minyak kelapa berwarna kuning muda kecoklatan, bening, membeku pada suhu 18-20^{o}C dan pada suhu ruang berwujud cair. Berdasarkan kandungan asam lemaknya, minyak kelapa digolongkan ke dalam minyak asam laurat, karena komposisi asam laurat paling besar jika dibandingkan dengan asam lemak lainnya.



Gambar 25. Buah kelapa

Sumber: http://tentangdea.blogspot.com/2013/07/belajar-dari-jalan-hidup-kelapa.html

Inti buah tanaman kelapa ini memiliki kandungan minyak kelapa sebanyak 34 % dengan kelembaban 6-8 %. Kandungan asam lemak minyak kelapa yang paling banyak adalah asam laurat C12:0 (asam lemak jenuh / *saturated fatty acid*). Pada pembuatan minyak kelapa yang menjadi bahan baku utamanya adalah daging kelapa.

Minyak kelapa berdasarkan kandungan asam lemak digolongkan ke dalam minyak asam laurat, karena kandungan asam lauratnya paling besar jika dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Berdasarkan tingkat ketidakjenuhannya yang dinyatakan dengan bilangan iod (*iodine value*), maka minyak kelapa dapat dimasukkan ke dalam golongan *non drying oils*, karena bilangan iod minyak tersebut berkisar antara 7,5 – 10,5.

Minyak kelapa yang belum dimurnikan mengandung sejumlah kecil komponen bukan minyak, misalnya fosfatida, gum sterol (0,06 – 0,08%), tokoferol (0,003) dan asam lemak bebas (kurang dari 5%), sterol yang terdapat di dalam minyak nabati disebut phitosterol dan mempunyai dua isomer, yaitu beta sitoterol ($C_{29}H_{50}O$) dan stigmasterol ($C_{29}H_{48}O$). Stirol bersifat tidak berwarna, tidak berbau, stabil dan berfungsi sebagai stabiliuzer dalam minyak. Tokoferol mempunyai tiga isomer, yaitu α-tokoferol (titik cair 158^{o}C-160^{o}C), β-tokoferol (titik cair 138 ^{o}C -140^{o}C) dan γ-tokoferol. Persenyawaan tokoferol bersifat tidak dapat disabunkan, dan berfungsi sebagai anti oksidan.

Warna coklat pada minyak yang mengandung protein dan karbohidrat bukan disebabkan oleh zat warna alamiah, tetapi oleh reaksi *browning*. Warna ini merupakan hasil reaksi dari senyawa karbonil (berasal dari pemecahan peroksida) dengan asam amino dari protein, dan terjadi terutama pada suhu tinggi. Warna pada minyak kelapa disebabkan oleh zat warna dan kotoran-kotoran lainnya. Zat

warna alamiah yang terdapat pada minyak kelapa adalah karoten yang merupakan hidrokarbon tidak jenuh dan tidak stabil pada suhu tinggi. Pada pengolahan minyak menggunakan uap panas maka warna kuning yang disebabkan oleh karoten akan mengalami degradasi.

Table 4. Komposisi asam lemak minyak kelapa

Asam lemak	Jumlah (%)
Asam lemak jenuh:	
Asam kaproat	0,4 – 0,6
Asam kaprilat	6,9 – 9,4
Asam kaprat	6,2 – 7,8
Asam laurat	45,9 – 50,3
Asam miristat	16,8 – 19,2
Asam palmitat	7,7 – 9,7
Asam stearat	2,3 – 3,2
Asam lemak tak jenuh:	
Asam oelat	5,4 – 7,4
Asam linoleat	1,3 – 2,1

Sumber: Hui (1996)

2) Kelapa sawit

Buah sawit merupakan buah yang paling produktif dalam produksi minyak sayur di dunia, dengan hasil minyak per hektar yang lebih besar dari komoditas biji minyak utama yang lain. Produksi minyak per satuan luas lahan dari kelapa sawit yang dipelihara dengan baik jauh lebih besar dari produksi minyak dari *rapeseed* dan kedelai yang ditanam secara komersial, yaitu dua bahan baku bahan bakar nabati yang saat ini paling banyak digunakan. Kondisi ini menguntungkan bagi minyak sawit sebagai alternatif energi bahan bakar nabati terbarukan utama dalam waktu dekat, sampai teknologi selulosa telah mengalami kemajuan hingga tingkat yang dapat dioperasikan.

Buah sawit yang dikenal dengan bermacam jenis, mempunyai pola panen yang kita kenal sebagai tingkat kematangan. Kematangan buah sangat menentukan hasil rendemen minyak yang dihasilkan. Dengan melihat pola panen yang sesuai akan mendongkrak tingkat mutu buah. Buah yang telah dipanen selayaknya secepatnya diidstribusikan ke pabrik pengolahan agar tidak teroksidasi oleh enzim dan udara yang meningkatkan nilai keasaman (salah satu parameter produk). Sistem distribusi, pola panen dan tidak tersedianya kapasitas pabrik pengolahan yang memadai mengakibatkan terjadinya buah restant (*waste fruit*) dan buah gugur (berondolan).

Klassifikasi botani kelapa sawit adalah sebagai berikut:

Divisi	: Tracheopita
Subdivisi	: Pteropsida
Kelas	: Angiospermae
Subkelas	: Mocotyledoneae
Ordo	: Palmae
Famili	: Palmaceae
Genus	: Elaeis
Spesies	: *Elaeis guinensis*

Kelapa sawit (*Elaeis guinensis*) termasuk golongan tumbuhan palma yang berasal dari Afrika. Di Indonesia penyebarannya mulai dari daerah Nangro Aceh Darussalam (NAD), pantai timur Sumatera, Jawa, dan Sulawesi. Kelapa sawit masuk ke Indonesia pada tahun 1848 sebagai tanaman hias di Kebun Raya Bogor. Tanaman ini diusahakan sebagai tanaman komersial pada tahun 1912 dan ekspor minyak sawit pertama dilakukan pada tahun 1919 (Sugito 1992).

Kelapa sawit termasuk tumbuhan pohon yang tingginya dapat mencapai 24 meter. Bunga dan buahnya berupa tandan, bercabang banyak. Buah

yang masak berwarna merah kehitaman, daging buahnya padat. Daging dan kulit buahnya mengandung minyak. Minyaknya itu digunakan sebagai bahan minyak goreng, sabun, dan lilin, serta produk-produk *oleo chemical* lainnya. Ampas pembuatan minyak inti digunakan untuk makanan ternak. Tempurungnya dapat digunakan sebagai bahan bakar dan arang briket (Sugito 1992).



Gambar 26. Buah kelapa sawit
Sumber: http://ilmperkebunan.blogspot.com/

Dari produksi minyak nabati dunia, 15 persen digunakan sebagai bahan bakar. Sejak tahun 2003, penggunaannya terus meningkat dari sekitar 2 juta ton menjadi 18 juta ton pada tahun panen 2009/2010. Dari jumlah tersebut 1,8 juta ton adalah minyak kelapa sawit. Memang jumlah ini masih terhitung relatif sedikit jika dibandingkan dengan hasil panen dunia dari minyak kelapa sawit dan minyak biji sawit yang berjumlah sekitar 50 juta ton. Walaupun demikian, lima tahun sebelumnya belum ada minyak kelapa sawit yang diolah untuk bahan bakar (Nestlé 2010).

Minyak kelapa sawit diperoleh dari biji kelapa sawit *Elaeis guineensis* melalui proses ekstraksi dan penyulingan sehingga diperoleh CPO *low grade* dengan kandungan FFA tinggi kemudian dimurnikan guna menghilangkan senyawa pengotor, seperti gum dan fosfatida lalu diperoleh minyak kelapa sawit murni.

Table 5. Komposisi asam lemak minyak sawit.

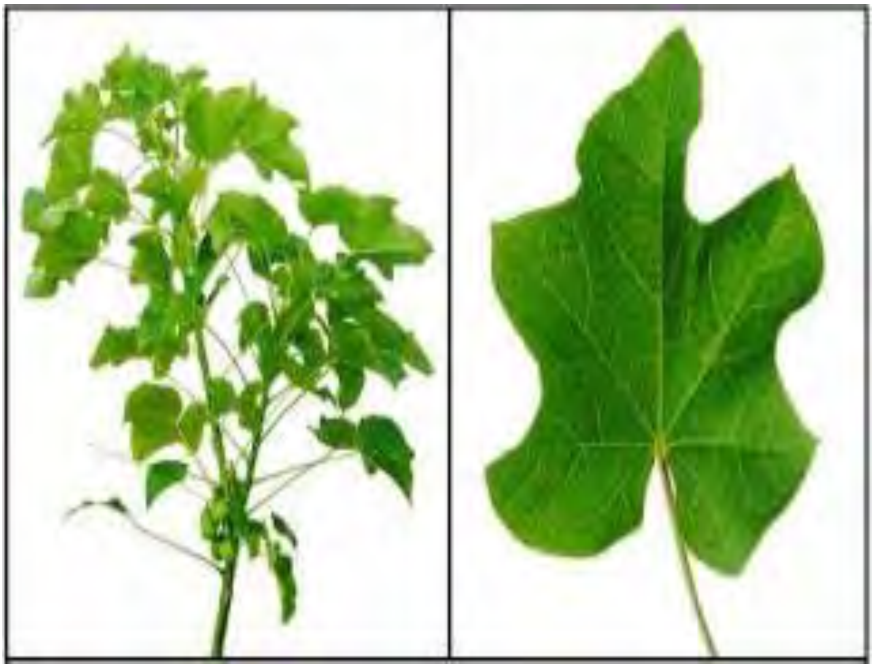
No	Asam Lemak	Formula	Minyak kelapa (Coconut Oil-%)	Palm kernel Oil (%)
1	Caproic	$C_6H_{12}O_2$	0,2-0,8	0-1
2	Caprylic	$C_8H_{16}O_2$	6-9	3-5
3	Capric	$C_{10}H_{20}O_2$	6-10	3-5
4	Lauric	$C_{12}H_{24}O_2$	46-50	44-51
5	Myristic	$C_{14}H_{28}O_2$	17-19	15-17
6	Palmitic	$C_{16}H_{32}O_2$	8-10	7-10
7	Stearic	$C_{18}H_{36}O_2$	2-3	2-3
8	Oleic	$C_{18}H_{34}O_2$	5-7	12-19
9	Linoleic	$C_{18}H_{32}O_2$	1-25	1-2

Sumber: Gervajio (2005)

3) Jarak pagar

Tanaman jarak pagar termasuk famili *Euphorbiaceae*, satu famili dengan karet dan ubi kayu. Pohonnya berupa perdu dengan tinggi tanaman antara 1–7 m, bercabang tidak teratur (Gambar 1). Batangnya berkayu, silindris, bila terluka mengeluarkan getah. Daunnya berupa daun tunggal, berlekuk, bersudut 3 atau 5, tulang daun menjari dengan 5 – 7

tulang utama, warna daun hijau (permukaan bagian bawah lebih pucat dibanding bagian atas). Panjang tangkai daun antara 4–15 cm (www.ristek.go.id, 2005).



Gambar 27. Tanaman jarak pagar
Sumber: www.iwantishut.net/info_jarak.html

Bunga tanaman jarak berwarna kuning kehijauan, berupa bunga majemuk berbentuk malai, berumah satu. Bunga jantan dan bunga betina tersusun dalam rangkaian berbentuk cawan, muncul di ujung batang atau ketiak daun. Buah berupa buah kotak berbentuk bulat telur, diameter 2–4 cm, berwarna hijau ketika masih muda dan kuning jika masak. Buah jarak terbagi 3 ruang yang masing – masing ruang diisi 3 biji. Biji berbentuk bulat lonjong, warna coklat kehitaman. Biji inilah yang banyak mengandung minyak dengan rendemen sekitar 30–40 % (www.ristek.go.id, 2005).



Gambar 28. Buah dan biji jarak pagar
Sumber: http://cynthiavenikalioe.com/manfaat-buah-jarak.html

Minyak jarak pagar diperoleh dari biji dengan metode pengempaan panas atau dengan ekstraksi pelarut. Minyak jarak pagar tidak dapat dikonsumsi manusia karena mengandung racun yang disebabkan adanya senyawa ester forbol (Syah, 2006). Minyak jarak yang diperoleh dari biji jarak pagar *Jatropha curcas* L. (minyak 30%-50%) yang dikeringkan kemudian di-press secara mekanik hidrolik ataupun berulir, setelah diperoleh minyaknya maka sebaiknya dimurnikan sehingga diperoleh minyak jarak. Komponen asam lemak terbanyak dalam minyak adalah oleat. Kandungan asam lemak dan sifat fisikokimia pada minyak jarak pagar dapat dilihat pada tabel berikut:

Table 6. kandungan asam lemak minyak jarak pagar

Jenis asam lemak	Komposisi (%)
Asam miristat	0-0,1
Asam palmitat	14,1-15,3
Asam stearat	3,7-9,8
Asam arachidic	0-0,3
Asam behedic	0-0,2
Asam palmitoleat	0-1,3
Asam oleat	34,3-45,8
Asam linolenat	29,0-44,2

Sumber: Syah (2006)

Table 7. Sifat fisikokimia minyak jarak pagar

Sifat minyak	Nilai
Densitas pada 15^{o}C (g/cm^3)	0,9181
Viskositas pada 30 ^{o}C (cSt)	50,80
Bilangan asam (mg KOH/g)	3,08

Sumber: Manurung (2003)

4) Kedelai

Kacang Kedelai berasal dari Asia Tenggara dan pertama kali di kenal di Amerika Serikat pada tahun 1765 (*Soybean Research Advisory Institute*, 1984). Sekarang penghasil kacang kedelai terbesar di dunia adalah Amerika Serikat dengan lokasi pertanian terbesar terdapat di daerah barat dan selatan Amerika Serikat. Kacang kedelai merupakan panen terbanyak kedua di Amerika Serikat di bawah jagung, dan sejak tahun 1970, Amerika Serikat sudah memproduksi kira-kira lebih dari

1,5 milyar bushels (1 bushels = 36 L) kacang kedelai per tahun. Dua produk utama yang diproses dari kacang kedelai adalah minyak dan tepung. Tabel tentang komposisi kandungan kedelai dan komposisi lemaknya dapat dilihat seperti pada tabel berikut:

Table 8. Komposisi asam lemak minyak kedelai

Asam lemak	Presentase (%)
Myristic	Tr
Palmitic	7-10
Stearic	3-6
Arachic	0-2
Behenic	-
Palmitoleic	Tr
Oleic	20-35
Linoleic	40-57
Linolenic	5-14

5) Bunga matahari

Bunga matahari diketahui telah tumbuh di Arizona, New Mexico pada tahun 3000 SM dan di lembah Missisipi-Missouri pada tahun 900 SM. Tanaman ini dibawa ke Eropa oleh penjelajah muda dan telah dikembangkan sebagai sumber *Edible Oil* di Rusia.

Kandungan asam oleat berbanding terbalik dengan proses maturasi biji. Bunga matahari banyak dibudidayakan di Eropa. Prosesing awal dari biji bunga matahari dari kulit menghasilkan minyak kuning dengan aroma yang lembut. Minyak biji bunga matahari ini (*refined oil*) digunakan sebagai minyak salad atau sebagai minyak goreng dan sebagai sumber pembuatan margarin. Untuk minyak salad yang digunakan hanya bunga matahari yang dihasilkan dari daerah Minnesota dan Dakota yang beriklim dingin, karena minyak yang dihasilkan berbeda untuk tiap daerah tergantung pada keadaan iklim.

Produksi minyak biji bunga matahari relatif besar di Rusia, Argentina dan Hungaria. Perkembangan popularitas biji bunga matahari terutama berhubungan dengan :

a. Kestabilan rasanya tanpa perlu hidrogenasi. Hal ini menjadikan biji bunga matahari lebih alami
b. Ketinggian kandungan asam linoleatnya (55-70 %)

Minyak lain yang mengandung asam linoleat tinggi adalah minyak kedelai dan minyak jagung. Kedua minyak ini dalam rangkaian prosesnya sering kali merupakan *by-product* (hasil samping). Hal ini menyebabkan produsen dapat memberi potongan harga kepada konsumen. Berbeda dengan minyak biji bunga matahari yang jauh lebih mahal harganya.

Proses pengolahan minyak biji bunga matahari diawali dengan proses ekstraksi. Minyak mentah yang dihasilkan masih mengandung materi-materi pengotor yang kemudian disingkirkan melalui proses refining (*degumming, neutralizing, washing, drying, bleaching* dan *deoderizing*).

Table 9. Komposisi minyak biji bunga matahari

Asam lemak	Komposisi (%)
Miristat (C-14 : 0)	0,1
Palmitat (C-16: 0)	7,0
Palmitoleat (C-16:1)	0,1
Stearat (C-18: 0	4,5
Oleat (C-18 : 1)	18,7
Linoleat (C-18: 2)	67,5
Linolenat (C-18: 3)	0,8
Arachidinat (C-20: 0)	0,4
Behenat (C-22: 0)	0,7
α - linoleat (C 18 : 3(9, 12, 15))	0,5

b. PROSES PEMBUATAN BIODIESEL

Biodiesel dapat diperoleh melalui reaksi transesterikasi trigliserida atau reaksi esterifikasi asam lemak bebas tergantung dari kualitas minyak nabati yang digunakan sebagai bahan baku.

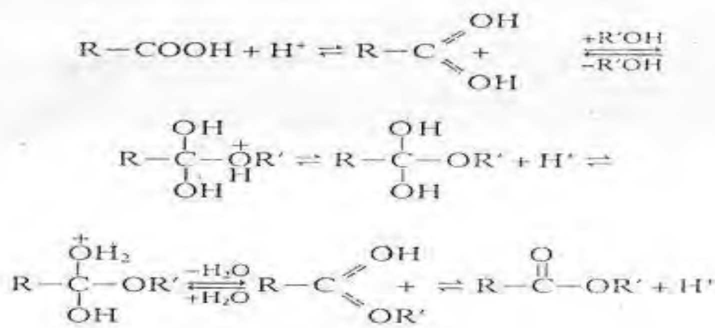
1) Esterifikasi

Esterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Esterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Katalis-katalis yang cocok adalah zat berkarakter asam kuat, dan karena ini, asam sulfat, asam sulfonat organik atau resin penukar kation asam kuat merupakan katalis-katalis yang biasa terpilih dalam praktek industrial (Soerawidjaja 2006). Untuk mendorong agar reaksi bisa berlangsung ke konversi yang sempurna pada temperatur rendah (misalnya paling tinggi 120°C), reaktan metanol harus ditambahkan dalam jumlah yang sangat berlebih (biasanya lebih besar dari 10 kali nisbah stoikhiometrik) dan air produk ikutan reaksi harus disingkirkan dari fasa reaksi, yaitu fasa minyak. Melalui kombinasi-kombinasi yang tepat dari kondisi-kondisi reaksi dan metode penyingkiran air, konversi sempurna asam-asam lemak ke ester metilnya dapat dituntaskan dalam waktu 1 sampai beberapa jam.

Reaksi Esterifikasi :

$$\underset{\text{Asam lemak}}{RCOOH} + \underset{\text{metanol}}{CH_3OH} \longleftrightarrow \underset{\text{Metil ester}}{RCOOCH_3} + \underset{\text{Air}}{H_2O}$$

sme reaksi esterifikasi dengan katalis asam adalah :



(Mc Ketta 1978)

Esterifikasi biasa dilakukan untuk membuat biodiesel dari minyak berkadar asam lemak bebas tinggi (berangka-asam ≥ 5 mg-KOH/g). Pada tahap ini, asam lemak bebas akan dikonversikan menjadi metil ester. Tahap esterifikasi biasa diikuti dengan tahap transesterfikasi. Namun sebelum produk esterifikasi diumpankan ke tahap transesterifikasi, air dan bagian terbesar katalis asam yang dikandungnya harus disingkirkan terlebih dahulu.

2) Faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi esterifikasi antara lain :

a) Waktu Reaksi

Semakin lama waktu reaksi maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi yang besar. Jika kesetimbangan reaksi sudah tercapai maka dengan bertambahnya waktu reaksi tidak akan menguntungkan karena tidak memperbesar hasil.

b) Pengadukan

Pengadukan akan menambah frekuensi tumbukan antara molekul zat pereaksi dengan zat yang bereaksi sehingga mempercepat reaksi dan reaksi terjadi sempurna. Sesuai dengan persamaan Archenius :

k = A e (-Ea/RT) , dimana

T = Suhu absolut (ºC)

R = Konstanta gas umum (cal/gmol ºK)

Ea = Tenaga aktivasi (cal/gmol)

A = Faktor tumbukan (t-1)

k = Konstanta kecepatan reaksi (t-1)

Semakin besar tumbukan maka semakin besar pula harga konstanta kecepatan reaksi. Sehingga dalam hal ini pengadukan sangat penting mengingat larutan minyak-katalis-metanol merupakan larutan yang *immiscible*.

c) Katalisator

Katalisator berfungsi untuk mengurangi tenaga aktivasi pada suatu reaksi sehingga pada suhu tertentu harga konstanta kecepatan reaksi semakin besar. Pada reaksi esterifikasi yang sudah dilakukan biasanya menggunakan konsentrasi katalis antara 1 - 4 % berat sampai 10 % berat campuran pereaksi (Ketta 1978).

d) Suhu Reaksi

Semakin tinggi suhu yang dioperasikan maka semakin banyak konversi yangdihasilkan, hal ini sesuai dengan persamaan Archenius. Bila suhu naik maka harga k makin besar sehingga reaksi berjalan cepat dan hasil konversi makin besar.

3) Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi bertujuan untuk menurunkan viskositas minyak atau lemak agardapat memenuhi spesifikasi sebagai bahan bakar. Terdapat berbagai metode reaksi transesterifikasi melalui berbagai

variasi bahan baku, jenis alkohol, katalis, temperatur reaksi, waktu reaksi, jenis reaktor dan proses pemisahan.

Langkah pertama :

lakukan pencampuran katalis (NaOH atau KOH) dengan alkohol pada konsentrasi katalis antara 0.5-1wt% dan 10-20wt% alkohol terhadap bobot minyak (Kg).

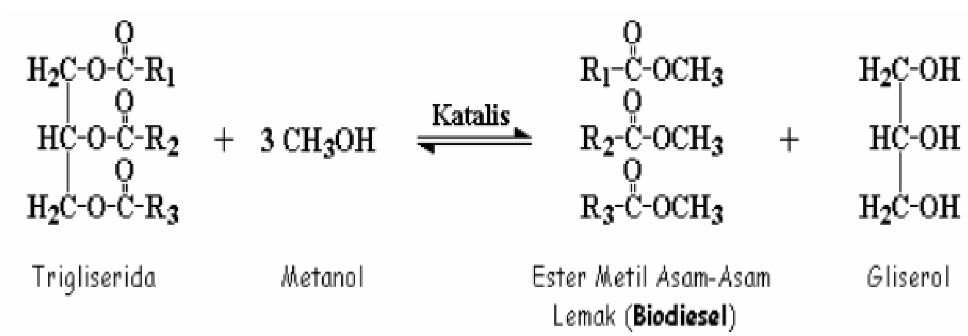
Langkah kedua :

campur alkohol, katalis, dan minyak pada suhu 55^{0}C lalu diaduk konstan selama 30-45 menit.

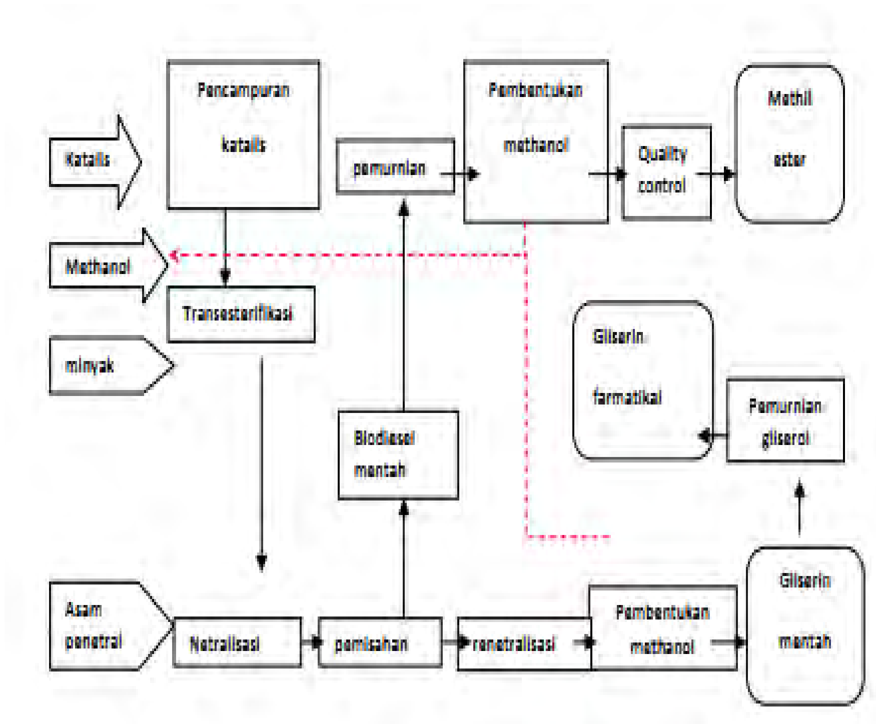
Transesterifikasi (biasa disebut dengan alkoholisis) adalah tahap konversi dari trigliserida (minyak nabati) menjadi alkil ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol. Di antara alkohol-alkohol monohidrik yang menjadi kandidat sumber/pemasok gugus alkil, metanol adalah yang paling umum digunakan, karena harganya murah dan reaktifitasnya paling tinggi (sehingga reaksi disebut metanolisis). Jadi, di sebagian besar dunia ini, biodiesel praktis identik dengan ester metil asam-asam lemak (*Fatty Acids Metil Ester*, FAME).

Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester adalah

(Hikmah dan Zuliana 2010):



2. **Diagram Alir Proses Transesterifikasi**



Reaksi transesterifikasi sebenarnya berlangsung dalam 3 tahap yaitu sebagai berikut:

Produk yang diinginkan dari reaksi transesterifikasi adalah ester metil asam-asam lemak.

1. $\text{Trigliserida (TG)} + CH_3OH \xrightleftharpoons{\text{Katalis}} \text{Digliserida (DG)} + R_1COOCH_3$
2. $\text{Digliserida (DG)} + CH_3OH \xrightleftharpoons{\text{Katalis}} \text{Monogliserida (MG)} + R_2COOCH_3$
3. $\text{Monogliserida (MG)} + CH_3OH \xrightleftharpoons{\text{Katalis}} \text{Gliserol (GL)} + R_3COOCH_3$

Terdapat beberapa cara agar kesetimbangan lebih ke arah produk, yaitu:

- Menambahkan metanol berlebih ke dalam reaksi
- Memisahkan gliserol
- Menurunkan temperatur reaksi (transesterifikasi merupakan reaksi eksoterm)

4) Faktor-faktor yang mempengaruhi Reaksi Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel selalu menginginkan agar didapatkan produk biodiesel dengan jumlah yang maksimum. Beberapa kondisi reaksi yang mempengaruhi konversi serta perolehan biodiesel melalui transesterifikasi adalah sebagai berikut (Freedman *et al.* 1984):

a) Pengaruh air dan asam lemak bebas

   Minyak nabati yang akan ditransesterifikasi harus memiliki angka asam yang lebih kecil dari 1. Banyak peneliti yang menyarankan agar kandungan asam lemak bebas lebih kecil dari 0.5% (<0.5%). Selain itu, semua bahan yang akan digunakan harus bebas dari air. Karena air akan bereaksi dengan katalis, sehingga jumlah katalis menjadi berkurang. Katalis harus terhindar dari kontak dengan udara agar tidak mengalami reaksi dengan uap air dan karbon dioksida.

b) Pengaruh perbandingan molar alkohol dengan bahan mentah

   Secara stoikiometri, jumlah alkohol yang dibutuhkan untuk reaksi adalah 3 mol untuk setiap 1 mol trigliserida untuk memperoleh 3 mol alkil ester dan 1 mol gliserol. Perbandingan alkohol dengan minyak nabati 4,8:1 dapat menghasilkan konversi 98% (Bradshaw and Meuly 1944). Secara umum ditunjukkan bahwa semakin banyak jumlah alkohol yang digunakan, maka konversi yang diperoleh juga akan semakin bertambah. Pada rasio molar 6:1, setelah 1 jam konversi yang dihasilkan adalah 98-99%, sedangkan pada 3:1 adalah 74-89%. Nilai perbandingan yang terbaik adalah 6:1 karena dapat memberikan konversi yang maksimum.

c) Pengaruh jenis alkohol

   Pada rasio 6:1, metanol akan memberikan perolehan ester yang tertinggi dibandingkan dengan menggunakan etanol atau butanol.

d) Pengaruh jenis katalis

Alkali katalis (katalis basa) akan mempercepat reaksi transesterifikasi bila dibandingkan dengan katalis asam. Katalis basa yang paling populer untuk reaksi transesterifikasi adalah natrium hidroksida (NaOH), kalium hidroksida (KOH), natrium metoksida ($NaOCH_3$), dan kalium metoksida ($KOCH_3$). Katalis sejati bagi reaksi sebenarnya adalah ion metilat (metoksida). Reaksi transesterifikasi akan menghasilkan konversi yang maksimum dengan jumlah katalis 0,5-1,5%-b minyak nabati. Jumlah katalis yang efektif untuk reaksi adalah 0,5%-b minyak nabati untuk natrium metoksida dan 1%-b minyak nabati untuk natrium hidroksida.

Mutu biodiesel di Amerika Serikat mengikuti standar yang terdapat dalam ASTM D6751-02, yaitu spesifikasi standar untuk bahan bakar biodiesel B100 (Van Gerpen 2004a). Standar mutu biodiesel dapat dilihat pada table berikut:

Table 10. Standar mutu biodiesel (ASTM D6751-02)

Properti	Metode ASTM	Nilai	Satuan
Flash point	93	Min. 100,0	^oC
Air dan sedimen	2796	Maks. 0,050	% volume
Residu karbon	4530[b]	Maks. 0,050	% b/b
Abu bersulfat	874	Maks. 0,020	% b/b
Viskositas kinematik (40^oC)	445	1,9-6,0	mm^2/s
Sulfur	2622	Maks. 0,05	% b/b
Bilangan setana	613	Min. 40	
Bilangan asam	664	Maks. 0,80	Mg KOH/g
Gliserol bebas	GC[c]	Maks. 0,20	% b/b
Glisero total	GC[c]	Maks. 0,40	% b/b

Sumber: Knothe *et al.* (2002)

Van Gerpen *et al*. (1996) menyatakan, asam lemak bebas pada biodiesel dapat bereaksi dengan sisa katalis dan membentuk sabun, hal ini dapat menyebabkan terbentuknya abu saat pembakaran biodiesel. Bilangan asam yang diperbolehkan dalam ASTM D664 tidak lebih dari 0,8 mg KOH/g.

Densitas atau bobot jenis adalah perbandingan berat contoh pada suhu 25 °C dengan berat air pada volume dan suhu yang sama. Densitas biodiesel pada suhu 15 °C tidak boleh melebihi 0.900 kg/m3. Jika densitasnya lebih dari 0.900 kg/m^3 pada suhu 60 F, kemungkinan reaksi transesterifikasi tidak berjalan sempurna dan masih terdapat banyak trigliserida (Syah 2006).

Viskositas (kekentalan) diartikan sebagai ukuran ketahanan bahan bakar untuk mengalir. Kisaran viskositas kinematis yang ditetapkan dalam ASTM D445 antara 1.9-6.0 mm/s pada suhu 40 °C. Sistem pembakaran membutuhkan bahan bakar yang dapat membentuk partikulat halus ketika diinjeksi. Jika viskositas bahan bakar terlalu rendah, akan menyebabkan kebocoran yang mengurangi daya pembakaran, jika viskositas terlalu tinggi, bahan bakar akan sulit disuplai ke ruang pembakaran, hal ini juga menyebabkan berkurangnya daya pembakaran (Van Gerpen 2004b)

5) Persiapan Bahan/ Pelarut pada Pembuatan Biodiesel

a) Persiapan Bahan baku:

- Minyak nabati. Sebelum proses esterifikasi maka minyak nabati dimurnikan terlebih dahulu menggunakan arang aktif.
- Methanol (CH_3OH)/Ethanol (CH_3COOH) kemurnian 99%. Bahan ini dapat diperoleh di toko bahan kimia. Jauhkan dari api karena sifatnya yang mudah terbakar. Bahan ini mudah menguap, dan berbahaya apabila terhirup.

- KOH/NaOH. Bahan ini berupa kristal putih, yang dapat diperoleh di toko bahan kimia. Larutannya apabila mengenai kulit dapat menyebabkan iritasi. Apabila akan digunakan dikeringkan dulu, misalnya menggunakan oven, oleh karena sifatnya mudah menyerap air.

b) Persiapan Larutan untuk titrasi/ pencuci:

- Isopropyl alkohol kemurnian 99%. Bahan ini dapat diperoleh di toko bahan kimia. Jauhkan dari api karena sifatnya yang mudah terbakar. Bahan ini mudah menguap, sehingga wadahnya harus ditutup rapat-rapat.
- Air suling/aquades atau air bebas ion. Merupakan air murni hasil proses penyulingan, atau dihilangkan kandungan ion-ionnya. Air suling juga bisa diperoleh di toko bahan kimia. Air ini sekaligus untuk bahan pencuci.
- Larutan Phenolphthalein (PP). Merupakan larutan tidak berwarna yang dapat berubah warnanya menjadi merah muda pada pH tertentu. Phenolphthalein dalam bentuk kristal putih dapat diperoleh di toko bahan kimia. Larutan PP dibuat untuk segera digunakan, apabila disimpan dalam bentuk larutan tidak boleh lebih dari 1 tahun. Untuk menghindari kerusakan, penyimpanan sedapat mungkin menghindari cahaya, dimasukkan dalam botol berwarna gelap/hitam.

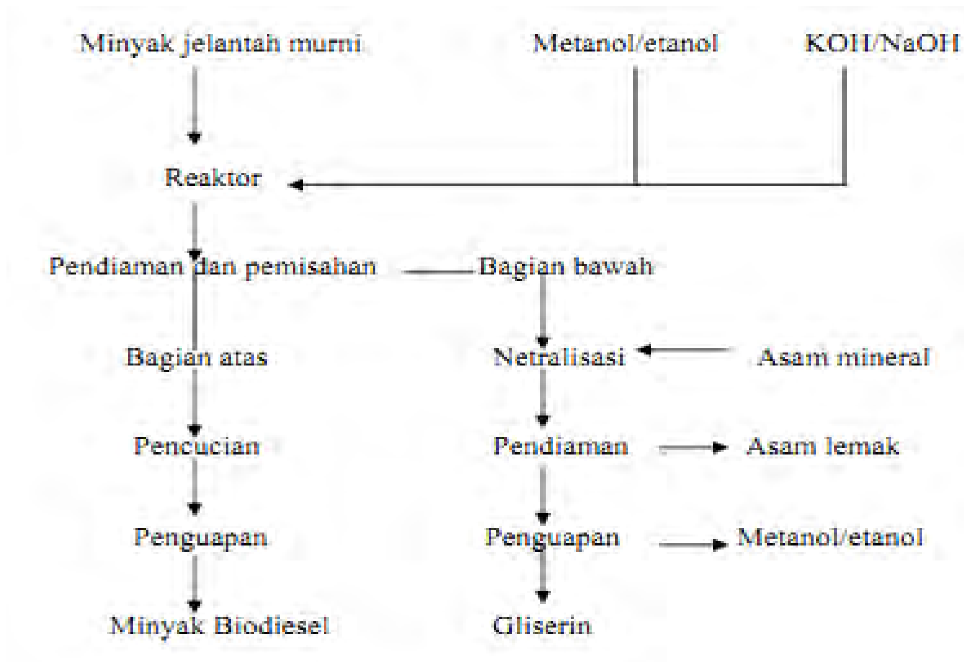
c) Proses pemurnian bahan baku minyak nabati

- Pembuatan arang aktif:
  - ➢ Arang batok kelapa ditumbuk, dan disaring menggunakan saringan kelapa
  - ➢ Buat larutan kapur dengan memasukkan kapur ke dalam aquadest

- ➢ Arang dimasukkan ke dalam larutan kapur dan dipanaskan sampai menit
- ➢ Arang disaring dan dikeringkan menggunakan oven/sinar matahari

- Minyak nabati disaring untuk memisahkan dengan kotoran padat. Untuk memudahkan penyaringan, minyak dipanaskan sampai suhu 35°C.
- Minyak nabati hasil penyaringan dicampur dengan arang aktif, diaduk-aduk dan disaring
- Minyak nabati dinetralkan dengan memberi larutan NaOH kemudian diaduk. Setelah terbentuk endapan kemudian disaring

c. Bagan alir proses pembuatan biodiesel menggunakan minyak jelantah



1) Pemurnian Biodiesel

Biodiesel yang akan digunakan untuk bahan bakar mesin diesel seperti pada mobil, memerlukan kualitas biodiesel yang tinggi.

Pemurnian biodiesel bertujuan untuk memperbaiki kualitas biodiesel dengan cara menghilangkan komponen-komponen yang tidak diinginkan, agar diperoleh biodiesel yang sesuai dengan keinginan konsumen. Selain itu pemurnian biodiesel bertujuan untuk memperpanjang umur simpan biodiesel sebelum digunakan.

Menurut Djatmiko dan Widjaja (1985), kotoran-kotoran yang terdapat pada minyak atau lemak dapat digolongkan ke dalam tiga macam, yaitu :

- Komponen-komponen yang tidak larut dalam minyak atau lemak.
- Komponen-komponen dalam bentuk suspensi koloid pada minyak atau lemak.
- Komponen-kompon yang dapat larut dalam minyak atau lemak.

Pada pembuatan biodiesel, sebelum bahan baku (trigliserida) ditransesterifikasi dilakukan beberapa tahap pemurnian (*refining*). Tahap ini dimaksudkan untuk menghilangkan berbagai bahan yang tidak diinginkan seperti fosfatida, asam lemak bebas, lilin, tokoferol, zat warna dan zat pengotor lainnya yang dapat memperlambat reaksi. Tahap pemurnian ini terdiri atas proses *degumming*, netralisasi, pemucatan (*bleaching*) dan *deodorasasi.*

- ***Degumming***

  Degumming dimaksudkan untuk menghilangkan getah atau lendir yang terdiri atas fostatida, protein, residu, karbohidrat dan air tetapi tidak dapat mengurangi jumlah asam lemak bebas dalam minyak. Fosfatida akan membuat minyak menjadi gelap (turbid) selama penyimpanan dan mengakibatkan berkumpulnya air pada

produk ester. Biasanya pemisahan ini dilakukan dengan menambah air pada suhu 60^{o}C - 90^{o}C dan diikuti sentrifugasi, kemudian ditambahkan larutan asam seperti asam fospat.

- **Netralisasi**

Semua minyak nabati mentah untuk konsumsi manusia telah dinetralisir untuk menghilangkan asam lemak bebas, protein, dan zat perekat cair, dan setelah itu dicuci untuk mengurangi kandungan sabun dari minyak netral untuk menghasilkan produk yang lebih stabil. Hasil netralisasi lebih diefektifkan lagi dengan tahap berikutnya seperti pemutihan, hidrogenasi, winterisasi, deodorisasi, dan hasil selanjutnya adalah produk berkualitas dengan hasil yang tinggi. Netralisasi juga menghasilkan penghilangan fosfat, asam lemak bebas, dan warna. Penghilangan sisa sabun dan embun dihitung dalam tahap pencucian dan pengeringan.

Proses netralisasi terdiri dari pemurnian kaustik dan pemurnian kembali (bila diperlukan) pencucian air pertama, pencucian air kedua dan pengering vakum. Dalam tahap pemurnian dan pencucian, pemisahan minyak netral dari stok sabun dan minyak netral dari air cuci dikeluarkan dalam satu atau lebih high-g super sentrifusi.

- **Pemucatan (*bleaching*)**

Tujuan *bleaching* atau pemutihan adalah untuk menghilangkan zat warna yang tidak disukai dalam minyak. Minyak nabati yang netral, yang telah dicuci, dan dikeringkan masih mengandung sejumlah warna dan sebagian kecil sabun (< 50 ppm) yang perlu dihilangkan. Proses pemutihan terus menerus *Pennwalt* dilengkapi dengan *hermetic leaf filter*, dioperasikan dibawah vakum untuk

menghindari oksidasi minyak. Minyak dicampur dengan sejumlah kuantitas tanah pemutih dan atau agen pemutih lain dan kemudian dipanaskan hingga mencapai suhu yang sesuai dan dipompa ke *continuous bleacher* yang dioperasikan dibawah vakum dimana waktu muatan yang cukup disediakan untuk memastikan efektivitas pemutihan. Lumpur tanah minyak kemudian dipompa ke-2 *hermetic leaf filter* yang beroperasi berangkai yang menghasilkan pengeluaran minyak *bleached* secara terus menerus.

Pemucatan juga dapat dilakukan dengan mencampurkan minyak dengan sejumlah kecil adsorben, seperti tanah pemucat (bleaching earth), bentonit, lempung aktif, arang aktif atau dapat juga menggunakan bahan kimia. Pemucatan ini merupakan cara konvensional dan proses pemurnian secara fisik. Pada proses pemucatan menggunakan adsorben, akan menyerap zat warna dari senyawa karoten, karotenoid, xantrofil dan klorofil. Selain itu, pemucatan dapat mengurangi zat pengotor baik yang berasal dari minyak itu sendiri seperti protein, sterol, tokoferol, hidrokarbon, asam lemak bebas, peroksida dan sebagainya maupun zat pengotor akibat dari proses ekstraksi minyak dari tumbuhan. Pemucatan yang sering digunakan adalah gabungan dua adsorben seperti arang aktif dan bentonit dengan perbandingan 1:0 sampai 1:20.

- ***Deodorisasi***

Proses penghilangan bau atau deodorisasi dapat dilakukan dengan cara distilasi uap. Atau proses deodorisasi merupakan tipe yang sangat khusus dari distilasi steam di bawah vakum tinggi berdasarkan prinsip*falling film* untuk menghilangkan komponen-komponen volatil secara objektif seperti keton, aldehid, alkohol.

Minyak yang telah diputihkan dipompa dengan pompa umpan ke deaerator yang berfungsi untuk memberi perlakuan awal pada minyak yaitu menghilangkan kandungan gas dalam minyak. Minyak yang telah dideaerasi melewati *heat exchanger* dimana minyak dipanaskan dengan cara mengganti panas minyak. Minyak kemudian dipanaskan ke suhu pemisahan (*stripping*) dalam *preheater* dimana *fluida thermal* disirkulasikan. Minyak tersebut kemudian diumpankan ke *flash chamber* dan dialirkan ke oil distributor dalam *falling film deodoriser*. Minyak diolah secara counter current ke uap stripping dalam bentuk film yang sangat tipis dan memperoleh deodorisasi yang sempurna. Asam lemak terdestilasi dikondensasi, didinginkan, dan disimpan.Minyak dari arus bawah dialirkan ke *vessel intermediate* yang telah diatur untuk ditambahkan asam sitrat. Minyak yang telah dideodorisasi ini kemudian dipompa melewati *heat exchanger* ke polishing filter. Minyak yang telah disaring dilewatkan ke pendingin dan dikeluarkan sebagai produk.

- **Keunggulan biodiesel**
  - Pemakaian biodiesel tidak memerlukan *modifikasi existing engine & fuel injection equipment*
  - Merupakan energi terbaharukan (*renewable energy*)
  - Dapat mengurangi emisi (CO_x, *hazardous diesel particulate*, dan SO_x).

2) **Pengenalan Alat-alat yang dapat digunakan dalam proses pembuatan Biodiesel skala laboratorium**

Tabel 11. Penggolongan alat-alat yang digunakan dalam pembelajaran kimia organik 2 (Pembuatan Biodiesel skala laboratorium)

Macam-macam alat	**Proses Pembuatan**				
	Essen	**Biodiesel**	**Sabun opaq/trans paran**	**Ditergen**	***Hand soap***
Jas lab	✓	✓	✓	✓	✓
Masker	✓	✓	✓	✓	✓
Kacamata	✓	✓	✓	✓	✓
Sarung tangan	✓	✓	✓	✓	✓
Seperangkat alat refluks	✓				
Seperangkat alat destilasi	✓				
Corong pisah	✓	✓			
Labu alas bulat	✓				
Pendingin Leibig *(Leibig Condenser)*	✓				
Gelas kimia	✓	✓	✓	✓	✓
Erlenmeyer	✓	✓	✓		
Gelas ukur	✓	✓			
Kertas lakmus	✓				
Batu didih	✓				
Termometer	✓	✓	✓		
Labu leher tiga		✓			
Buret		✓	✓		
Pipet tetes	✓	✓		✓	✓
Statif dan klem	✓	✓			
Water bath	✓	✓			
Labu ukur	✓	✓			
Batang Pengaduk	✓	✓	✓	✓	✓
Kertas saring	✓	✓			
Spatula	✓		✓		✓
Hot plate stirer dan *magnetic stirrer*	✓		✓		

Timbangan	✓		✓	✓	✓
Cetakan			✓		
Corong			✓		
pH meter			✓		
Wadah plastik polipropilen				✓	✓
Blender				✓	
Ayakan				✓	
Mixer					✓
Ember plastik		✓			
Panci		✓			
Kompor		✓			

Keterangan:

√ Alat-alat yang dapat digunakan dalam kegiatan praktek

Gambar dan penjelasan karakteristik serta fungsi dari alat-alat lainnya dapat dilihat pada pembelajaran sebelumnya (pembelajaran 1)

1) Labu leher tiga

Berfungsi untuk tempat corong penetes atau pereaksi tertentu.



Gambar 29. Labu leher tiga
Sumber: http://romansakimia.blogspot.com/2012/02/round-bottom-flasks-labu-dasar-bundar.html

2) Buret

Buret adalah sebuah peralatan laboratorium berbentuk silinder yang memiliki garis ukur dan sumbat keran pada bagian bawahnya. Alat ini digunakan untuk meneteskan sejumlah reagen cair dalameksperimen yang memerlukan presisi, seperti pada eksperimen titrasi. Buret sangatlah akurat, buret kelas A memiliki akurasi sampai dengan ± 0,05 cm^3. Sebuah buret digunakan untuk memberikan larutan tepat-terukur, volume variabel. Buret digunakan terutama untuk titrasi, untuk memberikan salah satu reaktan sampai titik akhir reaksi (titik ekivalen) tercapai. Buret dapat dibedakan menjadi beberapa macam bergantung kapasitasnya , fungsi, dan jenisnya.



Gambar 30. Buret
Sumber:
http://users.telenet.be/labsafety/maatglaswerk%20foto's.htm

Berdasarkan ukuranya buret dibagi menjadi beberapa macam yaitu :

- Buret makro yaitu buret yang kapasitasnya 50 ml dan skala terkecilnya dapat dibaca sampai 0.10 ml
- Buret semimikro mempunyai volume 25 ml dengan skala terkecil dapat dibaca sampai 0.050 ml.
- Buret mikro mempunyai volume 10 ml. Skala terkecilnya adalah 0.020 ml

Jenis buret berdasarkan peruntukanya:

- Buret asam (dengan serat kaca) digunakan untuk larutan yang bersifat asam (HNO_3, HCl), netral (Tiosulfat) dam larutan pengoksid ($KcrO_4$)
- Buret basa digunakan untuk larutan yang bersifat basa seperti NaOH, KOH dll. Memiliki ujung cerat karet dengan bola kaca yang berfungsi mirip seperti keran.
- Buret amberglas adalah buret yang terbuat dari bahan kaca yang berwarna coklat atau gelap. Buret ini berfungsi untuk larutan yang mudah teroksidasi oleh cahaya matahari seperti larutan Kalium 79omogeny79ate atau iodium.
- Buret Universal yaitu buret yang dapat digunakan untuk semua jenis larutan baik yang bersifat basa maupun asam.

Buret berdasarkan jenisnya ada 2 yaitu :

- Buret yang tidak memiliki alat bantu (Polos)
- Buret *Schellbach*, yaitu buret dinding dalam bagian belakangnya dilengkapi dengan garis biru diatas dasar putih.

Berdasakan tingkat ketelitianya, buret dibagi menjadi dua kelas, yaitu:

- Buret Kelas A, mempunyai ketelitian tinggi dan umumnya digunakan dalam penelitian. Buret ini dibuat dari kaca yang mempunyai nilai muai panjang yang sangat kecil sehingga pemuaianya hanya sedikit dipengaruhi oleh perbedaan suhu. Walaupun buret ini dapat langsung dipakai tanpa perlu dikalibrasi, namun dianjukan untuk tetap dikalibrasi secara berkala.
- Buret Kelas B,mempunyai ketelitian lebih rendah dari buret kelas A dan biasanya hanya digunakan pada kegiatan pendidikan dan pelatihan yang tidak memerlukan tingkat ketelitain yang akurat.

3. REFLEKSI

Petunjuk :

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda!

1) Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

....

....

....

2) Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

3) Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

4) Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

....

5) Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

....

4. TUGAS

Tugas 1

- Lakukan pengamatan minimal lima jenis minyak nabati yang ada disekitar lingkungan anda dan atau melalui internet/SNI/referensi lain yang sesuai
- Diskusikan secara kelompok dari hasil pengamatan
- Tanyakan kepada guru pendamping/pengampu,jika ada yang belum dapat dipahami
- Tuliskan kesimpulan hasil pengamatan pada lembar pengamatan
- Serahkan laporan hasil pengamatan kepada guru pendamping/pengampu mata pelajaran

LEMBAR PENGAMATAN

NO	Nama minyak nabati (pangan/non pangan)	Warna	Kejernihan	Komposisi kimia
1				
2				
3				
4				
dst				

Tugas 2.

- Lakukan percobaan/pengamatan penentuan berat gliserol, biodiesel kotor dan biodiesl dilaboratorium secara kelompok
- Masing-masing kelompok melakukan percobaan/pengamatan dengan cara kerja yang berbeda(komposisi dan reaktan berbeda)
- Diskusikan secara kelompok hasil pengamatan/percobaan
- Tanyakan kepada guru pendamping/pengampu,jika ada yang belum dapat dipahami
- Tuliskan kesimpulan hasil pengamatan pada lembar pengamatan
- Presentasikan hasil pengamatan.percobaan oleh perwakilan kelompok
- Serahkan laporan hasil pengamatan/pengamatan kepada guru pendamping/pengampu mata pelajaran

PROSEDUR KERJA KELOMPOK

KELOMPOK	PROSEDUR KERJA
KELOMPOK 1	• Timbang minyak 50 gram dengan menggunakan erlenmeyer • Tentukan metanol yang diperlukan : 6 x 32 x 50/885.46 = 11 gram = 11/0,7918 = 14 ml

	• Timbang KOH =0,5 /100 x 50 gram = 0,25 gram • Larutkan KOH dalam metanol • Panaskan minyak sebagai bahan baku pada suhu 60oC dalam kondisi refluk • Masukan campuran larutan metanol dan KOH dalam minyak dan aduk dengen magnetik stirer 400 rpm ,pertahankan selama 30 menit. • Hentikan proses transesterifikasi kemudian masukan larutan dalam separating funel • Tunggu minimal 30 menit dan pisahkan gliserol dan biodiesel kotor tentukan berat masing-masing • Cuci biodiesel kotor dengan air hangat suhu ± 50 ^{o}C sampai tidak ada buih lagi • Panaskan biodiesel pada suhu 110 ^{o}C sampai tidak ada gelumbung uap air lagi.
KELOMPOK 2	• Timbang minyak 50 gram dengan menggunakan erlenmeyer • Tentukan metanol yang diperlukan : 3 x 32 x 50/885.46 = 5,5 gram = 5,5/0,7918 = 7 ml • Timbang KOH =0,5 /100 x 50 gram = 0,25 gram • Proses berikutnya sama kelompok 1
KELOMPOK 3	• Timbang minyak 25 gram dengan menggunakan erlenmeyer • Tentukan metanol yang diperlukan : 6 x 32 x 50/885.46 = 11 gram = 11/0,7918 = 14 ml • Timbang KOH =0,5 /100 x 50 gram = 0,25 g • Proses berikutnya sama dengan kelompok 1

KELOMPOK 4	• Timbang minyak 50 gram dengan menggunakan erlenmeyer • Tentukan metanol yang diperlukan : 1,5 x 32 x 50/885.46 = 11 gram = 11/0,7918 = 3,5 ml • Timbang KOH =0,5 /100 x 50 gram = 0,25 g • Proses berikutnya sama

LEMBAR PENGAMATAN TUGAS 2.

Kelompok	Komposisi Reaktan	Berat (Gram)		
		Gliserol	Biodiesel kotor	Biodiesel

Tugas 3.

Lakukan kegiatan praktikum Transesterifikasi pada pembuatan Biodiesel di laboratorium Hal-hal penting yang harus anda perhatikan adalah sebagai berikut: 1. Gunakan lembar kerja 1. Dalam melakukan praktikum 2. Menyiapkan alat untuk praktikum 3. Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum 4. Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur pada lembar kerja 5. Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung 6. Melakukan pencatatan data 7. Menghitung/mengolah data hasil pengamatan 8. Membuat laporan hasil praktikum

LEMBAR KERJA 1 :

1	**Materi**	:	**Proses Transesterifikasi dalam Pembuatan Biodiesel**
2	**Tujuan**	:	Setelah melakukan kegiatan Praktek peserta didik mampu: • Melakukan penyiapan sampel minyak nabati sebagai bahan baku biodiesel • Melakukan titrasi untuk menentukan banyaknya katalis • Melakukan penyiapan kalium/natrium metoksida (K+ / Na+ CH3O-), • Melakukan proses trans-esterifikasi sehingga akan menghasilkan metil ester (minyak biodiesel) dan hasil samping gliserin • Melakukan pemisahan metil ester (minyak biodiesel) dengan gliserin. • Melakukan proses pencucian biodiesel
3	**Alat**	:	Alat-alat yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut: • Pipet tetes • Penangas air

			• Batang Pengaduk • Gelas ukur • Buret • Labu ukur • Klem • Statip • Corong gelas • Kertas saring
4	**Bahan**	**:**	Bahan-bahan yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut: • Minyak nabati (minyak sayur,jelantah,minyak jarak) • Isopropyl alkohol kemurnian 99% • Methanol/Ethanol(alkohol) • KOH/NaOH • Phenolptalein (PP) • Arang aktif • Asam asetat glasial
5	**Langkah Kerja**	**:**	1. Minyak nabati hasil pemurnian kemudian dipanaskan sampai suhu 100^{o}C untuk menghilangkan kandungan airnya. Gunakan alat pengaduk untuk memudahkan penghilangan uap air. Setelah air yang mendidih dalam minyak mulai hilang, selanjutnya panaskan sampai suhu 130^{o}C selama 10 menit, dan dinginkan. 2. Titrasi untuk menentukan banyaknya katalis (KOH/NaOH) yang diperlukan, dengan cara: a. Siapkan alat titrasi terdiri buret dan gelas piala kecil b. Siapkan larutan 1 gram KOH/NaOH ke dalam 1 liter air suling (larutan 0,1 % KOH/NaOH) c. Larutkan 1 ml minyak jelantah ke dalam 10 ml isopropil alkohol, dipanaskan sambil diaduk sampai campuran jernih d. Tambahkan 2 tetes larutan PP e. Isi buret dengan larutan KOH 0,1 %, teteskan larutan tersebut tetes demi tetes ke dalam larutan minyak jelantah-alkohol-PP, sambil diaduk sampai larutan berwarna merah muda selama 10 detik) f. Lihat pada buret, volume (ml) larutan 0,1 % KOH yang digunakan, dan tambahkan 5 maka ketemu jumlah gram KOH yang diperlukan per liter minyak. 3. Penyiapan kalium/natrium metoksida (K+ / Na+ CH3O-), dengan cara sebagai berikut:

			a. Siapkan metanol, umumnya kebutuhannya adalah 20 % dari volume minyak. Apabila ada 100 liter minyak maka dibutuhkan 20 liter methanol b. KOH/NaOH yang telah ditentukan jumlahnya, dimasukkan ke dalam methanol/ethanol, dicampur rata sampai terlarut sempurna, dan terbentuk kalium/natrium metoksida. c. Hati-hati dengan kalium/natrium metoksida, gunakan masker, jangan hirup uapnya, dan apabila mengenai kulit menyebabkan kulit terbakar tanpa terasa karena menyebabkan matirasa. Kalium metoksida, juga sangat korosif. KOH dapat bereaksi dengan alumunium, tin dan seng, jadi gunakan wadah dari gelas tahan panas, enamel atau yang terbaik adalah dari stainless steel. 4. Pemanasan minyak nabati dan pencampuran dengan kalium/natrium metoksida, dilakukan dengan cara sebagai berikut: a. Minyak nabati dipanaskan sampai 48-54^{o}C b. Siapkan alat pengaduk dan diatur pada kecepatan penuh c. Sambil diaduk, tambahkan kalium/natrium metoksida, dan diaduk terus antara 50-60 menit d. Proses trans-esterifikasi akan menghasilkan metil ester (minyak biodiesel) dan hasil samping gliserin 5. Pendiaman dan pemisahan metil ester (minyak biodiesel) dengan gliserin. Cara pemisahannya adalah: a. Proses dibiarkan sampai sempurna 8 jam dan suhu dipertahankan pada 38^{o}C b. Biodiesel akan berada di bagian atas, dan gliserin ada di bagian bawah berwarna coklat gelap. Gliserin merupakan cairan kental yang dapat memadat dibawah suhu 38^{o}C c. Alirkan gliserin dengan hati-hati dari bagian bawah reaktor, sehingga biodiesel dapat dipisahkan kemudian ditempatkan di wadah lain d. Apabila gliserin memadat maka dapat dipanaskan kembali agar mencair e. Gliserin masih bercampur dengan sisa reaktan dan alkohol, maka dinetralisasi menggunakan asam mineral dan dipanaskan pada suhu 66^{o}C untuk

			mengambil kembali alkohol, sehingga diperoleh gliserin kemurnian tinggi 6. Hasil biodiesel biasanya sering tercampur dengan sabun. Biodiesel dicuci menggunakan air suling untuk menghilangkan sabun dan sisa-sisa bahan lain. Proses pencuciannya adalah sebagai berikut: a. Pada pencucian pertama, biodiesel ditambah sedikit larutan asam asetat, kemudian diaduk agar terjadi netralisasi b. Tuangkan air suling dalam wadah, kemudian dituangi biodiesel yang akan dicuci, kemudian diaduk c. Setelah didiamkan antara 12-24 jam, minyak biodiesel akan terpisah dengan air pencuci d. Minyak yang telah bersih dialirkan untuk memisahkan dengan air yang mengandung sabun e. Proses pencucian ini diulang 2-3 kali, tanpa penambahan asam. Pada pencucian ketiga, biodiesel hasil pencucian dipanaskan untuk menghilangkan air yang masih terikut. pH biodiesel hasil pencucian mempunyai pH 7 (netral).

Lembar Kerja 2 :

1	**Materi**	**:**	**Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah Secara sederhana**
2	**Tujuan**	**:**	Setelah melakukan kegiatan Praktek peserta didik mampu: • Membuat bahan pelarut (metoksida) • Membuat biodiesel secra sederhana dari minyak jelantah • Memurnikan biodeisel yang diperoleh
3	**Alat**	**:**	Alat-alat yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut: • ember plastik • gelas ukur • panci • kompor • sarung tangan karet • timbangan

			• pompa udara • penyaring • selang plastic
4	**Bahan**	**:**	Bahan-bahan yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut: • Minyak Jelantah • Methanol/Ethanol(alkohol) • KOH/NaOH
5	**Langkah Kerja**	**:**	1. Bahan pelarut (metoxida) dibuat dengan mencampurkan 900ml methanoldan 21 gram NaOH hingga larut selama 15 menit 2. Campurkan metoxida ke dalam ember berisi 3 liter minyak jelantah dan aduk memakai sendok plastik selama 30 menit atau campuran sudah rata.Biarkan 4-12jam sampai terjadi pengendapan. 3. Pengendapan di tandai dengan dua lapisan berbeda warna dengan lapisan gelap berada di bawah yang disebut crude gliserin, sedangkan lapisan atas berwarna bening, crude oil. 4. Pisahkan crude biodiesel dari crude gliserin lalu masukkan ke ember untuk dicuci dengan cara mencapurkan air bersih sebanyak dua liter. 5. pompakan udara melalui pompa udara akuarium dan biarkan beberapa saat sehingga muncul warna putih susu. 6. Pisahkan crude biodiesel yang berwarna kuning dengan air warna putih melalui selang 7. Biodiesel yang telah bening dimasukkan ke panci lalu panaskan hingga 100^0C beberapa menit agar air dan sisa methanol menguap. 8. Bidiesel yang telah dipanaskan dan didinginkan dapat langsung dipergunakan untuk mobil maupun mesin diesel industri.

5. TES FORMATIF

a. Jelaskan definisi biodiesel dan keunggulannya sebagai bahan bakar minyak alternatif!

b. Tuliskan persamaan reaksi dari:

   1) proses esterifikasi

   2) proses trans-esterifikasi

c. Jelaskan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap:

   1) proses esterifikasi

   2) proses trans-esterifikasi

d. Jelaskan minimal lima jenis minyak nabati, termasuk karakteristiknya!!

e. Jelaskan karakteristik dari minyak jelantah yang memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan biodiesel!

C. PENILAIAN

1. Penilaian Sikap

Skala penilaian sikap dibuat dengan rentang antara 1 s.d 4.

1 . BT (belum tampak) *jika* sama sekali tidak menunjukkan usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas
2 . MT (mulai tampak) *jika* menunjukkan sudah ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas tetapi masih sedikit dan belum ajeg/konsisten
3 . MB (mulai berkembang) *jika* menunjukkan ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas yang cukup sering dan mulai ajeg/konsisten
4 . MK (membudaya) *jika* menunjukkan adanya usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas secara terus-menerus dan ajeg/konsisten

No.	**Sikap**	**Religius**				**Disiplin**				**Tanggug jawab**				**Peduli**				**Responsif**				**Teliti**				**Jujur**				**Santun**			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mengamati																																
2	Menanya																																
3	Mengeksplorasi																																
4	Mengasosiasikan																																
5	Mengkomunikasikan																																

2. Penilaian Pengetahuan

a. Jelaskan proses proses pemurnian/penjernihan dari minyak nabati sebelum digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel!
b. Jelaskan prosedur kerja dari proses tran-esterifikasi dalam pembuatan biodiesel!
c. Jelaskan prosedur kerja pembuatan biodeisel dari minyak jelantah!
d. Tuliskan diagram alir proses tran-esterifikasi dalam pembuatan biodiesel!

3. Penilaian Keterampilan

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
		1	2	3
a.	Menyiapkan alat untuk praktikum			
b.	Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum			
c.	Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur			
d.	Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung			
e.	Melakukan pencatatan data			
f.	Menghitung/mengolah data hasil pengamatan			
g.	Membuat laporan hasil praktum			
h.	Membersihkan lingkungan praktikum			

Rubrik :

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
Menyiapkan alat untuk praktikum	Alat tidak disiapkan	Alat disiapkan tidak sesuai dengan diperlukan	Alat disiapkan sesuai dengan yang diperlukan
Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum	Bahan yang digunakan tidak lengkap	Bahan yang digunakan lengkap tapi ada yang tidak dibutuhkan	Bahan yang digunakan lengkap dan sesuai dengan yang dibutuhkan

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung	Pengamtan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Melakukan pencatatan data pengamatan	Data pengamatan tidak dicatat	Data pengamatan dicatat tetapi ada kesalahan	Data pengamtan dicatat dengan lengkap
Menghitung/ mengolah data hasil pengamatan	Perhitungan data hasil pengamatan salah	Perhitungan data hasil pengamatan benar tetapi tidak sesuai dengan rumus	Perhitungan data hasil pengamatan benar dan lengkap sesuai rumus
Membuat laporan hasil praktikum	Laporan hasil praktikum tidak dibuat	Laporan hasil praktikum rapi dan tidak lengkap	Laporan hasil praktikum rapi dan lengkap
Membersihkan lingkungan tempat praktikum	Lingkungan tempat praktikum tidak dibersihkan	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dan tidak rapi	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dengan rapi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 :

Pembuatan Sabun Opaq/Transparan SkalaLaboratorium

A. DESKRIPSI

Pembuatan sabun opaq/transparanskala laboratorium merupakan salah satu kompetensi dasar dari mata pelajaran kimia organik untuk peserta didik SMK pada paket keahlian kimia analis. Kompetensi dasar ini merupakan dasar kejuruan pada paket keahlian kimia analis yang bertujuan untuk memantapkan pemahaman fakta, konsep, prinsip dan prosedur serta metakognitif mengenai pembuatan sabun opaq/tranparansecara aplikatif. Pembelajaran ini meliputi pemahaman tentang: bahan baku dan bahan pendukung pembuatan sabun opaq/transparan, proses pembuatan sabun opaq/transparan,pencetakan sabun, pengemasan, alat yang digunakan dalam pembuatan sabun opaq/tansparan skala laboratorium, klasifikasi kualitas sabun opaq/transparan. Pelaksanaannya meliputi langkah-langkah pembelajaran mengamati, menanya, mengeksplorasi keterampilan proses dalam bentuk eksperimen, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan hasil pengamatan dan percobaan, kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan/analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya. Media yang digunakan meliputi alat dan bahan praktikum serta OHP. Penguasaan materi peserta didik dievaluasi melalui sikap, pengetahuan dan keterampilan.

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan pembelajaran tentang pembuatan senyawa-senyawa ester skala laboratorium, peserta didik diharapkan mampu:

a. Memahami jenis bahan baku dan bahan pendukung dalam pembuatan sabun opaq/transparan,

b. Menerapkan proses pembuatan sabun opaq/transparan skala laboratorium

c. Memahami alat yang digunakan dalam pembuatan sabun opaq/transparan skala laboratorium
d. Memahami kualitas sabun opaq/transparan
e. Mengklasifikasikan kualitas sabun opaq/transparan

2. Uraian Materi

a. Bahan baku danbahan pendukung pembuatan sabun opaq/transparan

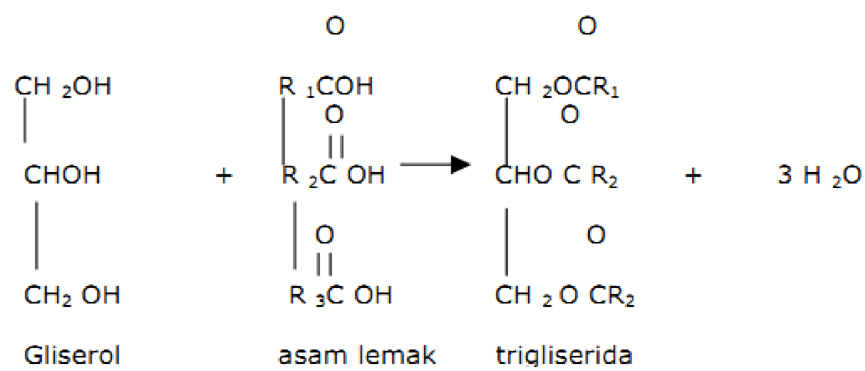
Sabun tidak pernah secara aktual ditemukan, namun berasal dari pengembangan campuran antara senyawa alkali dan lemak/minyak.Bahan pembuatan sabun terdiri dari dua jenis, yaitu bahan baku dan bahan pendukung. Bahan baku dalam pembuatan sabun adalah minyak atau lemak dan senyawa alkali (basa). Bahan pendukung dalam pembuatan sabun digunakan untuk menambah kualitas produk sabun, baik dari nilai guna maupun dari daya tarik. Bahan pendukung yang umum dipakai dalam proses pembuatan sabun di antaranya natrium klorida, natrium karbonat, natrium fosfat, parfum, dan pewarna.

b. Bahan baku minyak dan lemak

Minyak dan lemak termasuk dalam golongan lipida sederhana. Minyak dan lemak yang telah dipisahkan dari jaringan asalnya mengandung sejumlah kecil komponen selain trigliserida, yaitu: lipida kompleks (lesitin, sephalin, fosfatida lainnya, glikolipida), sterol yang berada dalam keadaan bebas atau terikat dengan asam lemak, asam lemak bebas, lilin, pigmen yang larut dalam lemak, dan hidrokarbon. Komponen tersebut mempengaruhi warna dan flavor produk.

Lemak dan minyak terdiri dari trigliserida campuran, yang merupakan ester dari gliserol dan asam lemak rantai panjang. Minyak nabati terdapat dalam buah-buahan, kacang-kacangan, biji-bijian, akar tanaman, dan

sayur-sayuran. Dalam jaringan hewan lemak terdapat di seluruh badan, tetapi jumlah terbanyak terdapat dalam jaringan adipose dan sumsum tulang. Pada pembentukannya, trigliserida merupakan hasil proses kondensasi satu molekul gliserol dan tiga molekul asam lemak (umumnya ketiga asam lemak tersebut berbeda-beda), yang membentuk satu molekul trigliserida dan satu molekul air .



Bila R1=R2=R3, maka trigliserida yang terbentuk disebut trigliserida sederhana (*simple triglyceride*), sedangkan bila R1, R2,R3, berbeda, maka disebut trigliserida campuran (*mixed triglyceride*) (Herlina dan Ginting 2002).

Pada proses pembuatan sabun, jenis minyak atau lemak yang digunakan adalah minyak nabati atau lemak hewan. Perbedaan antara minyak dan lemak adalah wujud keduanya dalam keadaan ruang. Minyak akan berwujud cair pada temperatur ruang (± 28°C), sedangkan lemak akan berwujud padat.

Minyak tumbuhan maupun lemak hewan merupakan senyawa trigliserida. Trigliserida yang umum digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun memiliki asam lemak dengan panjang rantai karbon antara 12 sampai 18. Asam lemak dengan panjang rantai karbon kurang dari 12 akan menimbulkan iritasi pada kulit, sedangkan rantai karbon lebih dari 18 akan membuat sabun menjadi keras dan sulit terlarut dalam air.

Kandungan asam lemak tak jenuh, seperti oleat, linoleat, dan linolenat yang terlalu banyak akan menyebabkan sabun mudah teroksidasi pada keadaan atmosferik sehingga sabun menjadi tengik. Asam lemak tak jenuh memiliki ikatan rangkap sehingga titik lelehnya lebih rendah daripada asam lemak jenuh yang tak memiliki ikatan rangkap, sehingga sabun yang dihasilkan juga akan lebih lembek dan mudah meleleh pada temperatur tinggi.

Asam-asam lemak yang menyusun lemak juga dapat dibedakan berdasarkan jumlah atom hidrogen yang terikat kepada atom karbon. Berdasarkan jumlah atom hidrogen yang terikat kepada atom karbon, maka asam lemak dapat dibedakan atas :

1) Asam lemak jenuh

   Asam lemak jenuh merupakan asam lemak dimana dua atom hidrogen terikat pada satu atom karbon. Dikatakan jenuh karena atom karbon telah mengikat hidrogen secara maksimal.

2) Asam lemak tak jenuh

   Asam lemak jenuh merupakan asam lemak yang memiliki ikatan rangkap. Dalam hal ini, atom karbon belum mengikat atom hidrogen secara maksimal karena adanya ikatan rangkap. Lemak yang mengandung satu saja asam lemak tak jenuh disebut lemah jenuh.

Tabel 12. Kandungan asam lemak yang dominan pada beberapa jenis minyak

No	Jenis Minyak	Asam Lemak yang Dominan	Jumlah
1	Minyak Kelapa	Asam Laurat	44 - 53 %
2	Minyak Sawit	Asam Palmitat Asam Oleat	40 - 46 % 39 - 45 %
3	Minyak jarak	Asam Risinoleat	86 %

Zat warna dalam minyak dan lemak dibedakan menjadi dua yaitu warna alamiah dan warna akibat oksidasi atau degradasi komponen kimia yang terdapat dalam minyak. Zat warna alamiah terdapat secara alamiah dalam bahan dan ikut terekstraksi bersama minyak dalam proses ekstraksi, zat warna tersebut antara lain alfa dan beta karoten, xanthofil dan anthosianin. Zat warna ini menyebabkan warna kuning , kuning kecoklatan, kehijau-hijauandan kemerah-merahan. Sedangkan warna akibat oksidasi dan degradasi komponen kimia yang terdapat pada minyak antara lain: warna gelap disebabkan oleh oksidasi tokoferol (vitamin E).

Bau amis pada minyak atau lemak disebabkan oleh interaksi trimetil amin oksida dengan ikatan rangkap dari minyak tak jenuh. Trimetil amin berasal dari pemecahan ikatan C-N dari cholin dalam molekul lesitin kemudian ikatan C-N ini diuraikan oleh zat pengoksidasi seperti gugus peroksida dalam lemak, sehingga menghasilkan trimetil-amin.

Odor dan flavor pada minyak umumnya disebabkan oleh komponenbukan minyak, misalnya bau khas dari minyak kelapa sawit disebabkan oleh beta-ionone, sedangkan bau khas dari minyak kelapa disebabkan oleh *nonyl methylketon* (Ketaren 1986). Selain terdapat secara alami odor dan flavor juga terjadi karena pembentukan asam-asam lemak berantai pendek sebagai hasil penguraian pada kerusakan minyak atau lemak.

Jenis-jenis Minyak atau Lemak

Jumlah minyak atau lemak yang digunakan dalam proses pembuatan sabun harus dibatasi karena berbagai alasan, seperti : kelayakan ekonomi, spesifikasi produk (sabun tidak mudah teroksidasi, mudah berbusa, dan mudah larut), dan lain-lain.

Beberapa jenis minyak atau lemak yang biasa dipakai dalam proses pembuatan sabun diantaranya :

1) *Tallow*

Tallow adalah lemak sapi atau domba yang dihasilkan oleh industri pengolahan daging sebagai hasil samping. Kualitas dari *tallow* ditentukan dari warna, titer (temperatur solidifikasi dari asam lemak), kandungan FFA, bilangan saponifikasi, dan bilangan iodin. *Tallow* dengan kualitas baik biasanya digunakan dalam pembuatan sabun mandi dan *tallow* dengan kualitas rendah digunakan dalam pembuatan sabun cuci. Oleat dan stearat adalah asam lemak yang paling banyak terdapat dalam *tallow*. Jumlah FFA dari tallow berkisar antara 0,75-7,0 %. Titer pada *tallow* umumnya di atas 40°C. *Tallow* dengan titer di bawah 40°C dikenal dengan nama *grease*.



Gambar 31. Tallow
Sumber: http://woodridgehomestead.com/tag/candle-making/

2) *Lard*

Lard merupakan minyak babi yang masih banyak mengandung asam lemak tak jenuh seperti oleat (60 ~ 65%) dan asam lemak jenuh seperti stearat (35 ~ 40%). Jika digunakan sebagai pengganti tallow, *lard* harus dihidrogenasi parsial terlebih dahulu untuk mengurangi ketidakjenuhannya. Sabun yang dihasilkan dari *lard* berwarna putih dan mudah berbusa.



Gambar 32. Lard
Sumber: http://www.joepastry.com/category/techniques/rendering-lard/

3) *Palm Oil* (minyak kelapa sawit)

Minyak kelapa sawit umumnya digunakan sebagai pengganti *tallow*. Minyak kelapa sawit dapat diperoleh dari pemasakan buah kelapa sawit. Minyak kelapa sawit berwarna jingga kemerahan karena adanya kandungan zat warna karotenoid sehingga jika akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun harus dipucatkan terlebih dahulu. Sabun yang terbuat dari 100% minyak kelapa sawit akan bersifat keras dan sulit berbusa. Maka dari itu, jika akan digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun, minyak kelapa sawit harus dicampur dengan bahan lainnya.



Gambar 33. Minyak kelapa sawit

Sumber: http://www.bumn.go.id/ptpn6/publikasi/berita/minyak-kelapa-sawit-naik-signifikan-pasca-libur-lebaran/

4) *Coconut Oil* (minyak kelapa)

Minyak kelapa merupakan minyak nabati yang sering digunakan dalam industri pembuatan sabun. Minyak kelapa berwarna kuning pucat dan diperoleh melalui ekstraksi daging buah yang dikeringkan (kopra). Minyak kelapa memiliki kandungan asam lemak jenuh yang tinggi, terutama asam laurat, sehingga minyak kelapa tahan terhadap oksidasi yang menimbulkan bau tengik. Minyak kelapa juga memiliki kandungan asam lemak kaproat, kaprilat, dan kaprat.



Gambar 34. Minyak kelapa
Sumber:http://www.inagurasi.com/manfaat-minyak-kelapa-untuk-menyehatkan-gigi/

5) *Palm Kernel Oil* (minyak inti kelapa sawit)

   Minyak inti kelapa sawit diperoleh dari biji kelapa sawit. Minyak inti sawit memiliki kandungan asam lemak yang mirip dengan minyak kelapa sehingga dapat digunakan sebagai pengganti minyak kelapa. Minyak inti sawit memiliki kandungan asam lemak tak jenuh lebih tinggi dan asam lemak rantai pendek lebih rendah daripada minyak kelapa.

6) *Palm Oil Stearine* (minyak sawit stearin)

   Minyak sawit stearin adalah minyak yang dihasilkan dari ekstraksi asam-asam lemak dari minyak sawit dengan pelarut aseton dan heksana. Kandungan asam lemak terbesar dalam minyak ini adalah stearin.

7) *Marine Oil*

   Marine oil berasal dari mamalia laut (paus) dan ikan laut. Marine oil memiliki kandungan asam lemak tak jenuh yang cukup tinggi, sehingga harus dihidrogenasi parsial terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai bahan baku.



Gambar 35. Minyak ikan
Sumber: http://indahdanalin.wordpress.com/tag/minyak-ikan/

8) *Castor Oil* (minyak jarak)

Minyak ini berasal dari biji pohon jarak dan digunakan untuk membuat sabun transparan.



Gambar 36. Minyak jarak
Sumber: http://buyormake.blogspot.com/2012/12/cara-mudah-membuat-minyak-jarak.html

9) *Olive oil* (minyak zaitun)

Minyak zaitun berasal dari ekstraksi buah zaitun. Minyak zaitun dengan kualitas tinggi memiliki warna kekuningan. Sabun yang berasal dari minyak zaitun memiliki sifat yang keras tapi lembut bagi kulit.



Gambar 37. Minyak zaitun
Sumber:http://shevablog.edublogs.org/2013/04/18/manfaat-minyak-zaitun-untuk-menurunkan-berat-badan/

10) Campuran minyak dan lemak

Industri pembuat sabun umumnya membuat sabun yang berasal dari campuran minyak dan lemak yang berbeda. Minyak kelapa sering dicampur dengan tallow karena memiliki sifat yang saling melengkapi. Minyak kelapa memiliki kandungan asam laurat dan miristat yang tinggi dan dapat membuat sabun mudah larut dan berbusa. Kandungan stearat dan dan palmitat yang tinggi dari *tallow* akan memperkeras struktur sabun.

Bahan baku lainnya:

a. NaOH

NaOH atau yang biasa dikenal dengan soda kaustik dalam industri sabun, merupakan alkali yang paling banyak digunakan dalam pembuatan sabun keras. NaOH berbentuk kristal putih dengan sifat cepat menyerap kelembapan. Natrium hidroksida bereaksi dengan minyak membentuk sabun yang disebut dengan saponifikasi.

b. Na_2CO_3

Na_2CO_3 (abu soda/natrium karbonat) merupakan alkali yang murah dan dapat menyabunkan asam lemak, tetapi tidak dapat menyabunkan trigliserida (minyak atau lemak).

c. Ethanolamines

Ethanolamines merupakan golongan senyawa amin alkohol. Senyawa tersebut dapat digunakan untuk membuat sabun dari asam lemak. Sabun yang dihasilkan sangat mudah larut dalam air, mudah berbusa, dan mampu menurunkan kesadahan air. Sabun yang terbuat dari ethanolamines dan minyak kelapa menunjukkan sifat mudah berbusa tetapi sabun tersebut lebih umum digunakan sebagai sabun industri dan deterjen, bukan sebagai sabun rumah tangga. Pencampuran alkali yang berbeda sering dilakukan oleh industri sabun dengan tujuan untuk mendapatkan sabun dengan keunggulan tertentu.

d. Gula Pasir

Gula pasir berbentuk kristal putih. Pada proses pembuatan sabun transparan, gula pasir berfungsi untuk membantu terbentuknyatransparansi pada sabun. Penambahan gula pasir dapat membantu perkembangan kristal pada sabun.

e. Asam Stearat

Asam stearat merupakan monokarboksilat berantai panjang (C_{18}) yang bersifat jenuh karena tidak memiliki ikatan rangkap diantara atom karbonnya. Asam stearat dapat berbentuk cairan atau padatan. Pada proses pembuatan sabun, asam stearat berfungsi untuk mengeraskan dan menstabilkan busa.

f. Gliserin

Gliserin adalah produk samping dari reaksi hidrolisis antara minyak nabati dengan air untuk menghasilkan asam lemak. Gliserin merupakan humektan sehingga dapat berfungsi sebagai pelembab pada kulit. Pada kondisi atmosfir sedang ataupun pada kondisi kelembaban tinggi, gliserin dapat melembabkan kulit dan mudah dibilas. Gliserin berbentuk cairan jernih, tidak berbau, dan memiliki rasa manis.

g. *Coco dietanolamida* (Coco-DEA)

Coco-DEA merupakan dietanolamida yang terbuat dari minyak kelapa. Dalam formula sediaan kosmetik, DEA berfungsi sebagai surfaktan dan penstabil busa. Surfaktan adalah senyawa aktif penurun tegangan permukaan yang bermanfaat untuk menyatukan fasa minyak dengan fasa air.

Bahan Pendukung

Bahan baku pendukung digunakan untuk membantu proses penyempurnaan sabun hasil saponifikasi (pegendapan sabun dan pengambilan gliserin) sampai sabun menjadi produk yang siap dipasarkan.

1. NaCl

   Natrium klorida (garam) merupakan bahan berbentuk kristal putih, tidak berwarna dan bersifat higroskopik rendah. Penambahan NaCl selain bertujuan untuk pembusaan sabun, juga untuk meningkatkan konsentrasi elektrolit agar sesuai dengan penurunan jumlah alkali pada kahir reaksi sehingga bahan-bahan pembuat sabun tetap seimbang selama proses pemanasan.NaCl merupakan komponen kunci dalam proses pembuatan sabun. Kandungan NaCl pada produk akhir sangat kecil karena kandungan NaCl yang terlalu tinggi di dalam sabun dapat memperkeras struktur sabun. NaCl yang digunakan umumnya berbentuk air garam (brine) atau padatan (kristal). NaCl digunakan untuk memisahkan produk sabun dan gliserin. Gliserin tidak mengalami pengendapan dalam brine karena kelarutannya yang tinggi, sedangkan sabun akan mengendap. NaCl harus bebas dari besi, kalsium, dan magnesium agar diperoleh sabun yang berkualitas.

2. Asam Sitrat

   Asam sitrat memiliki bentuk berupa kristal putih. Berfungsi sebagai agen pengelat (*chelating agent*) yaitu pengikat ion-ion logam pemicu oksidasi, sehingga mampu mencegah terjadinya oksidasi pada minyak akibat pemanasan. Asam sitrat juga dapat dimanfaatkan sebagai pengawet dan pengatur pH.

3. Pewarna

   Pewarna ditambahkan pada proses pembuatan sabun untuk menghasilkan produk sabun yang beraneka warna. Bahan pewarna yang digunakan adalah bahan pewarna untuk kosmetik grade.

4. Pewangi

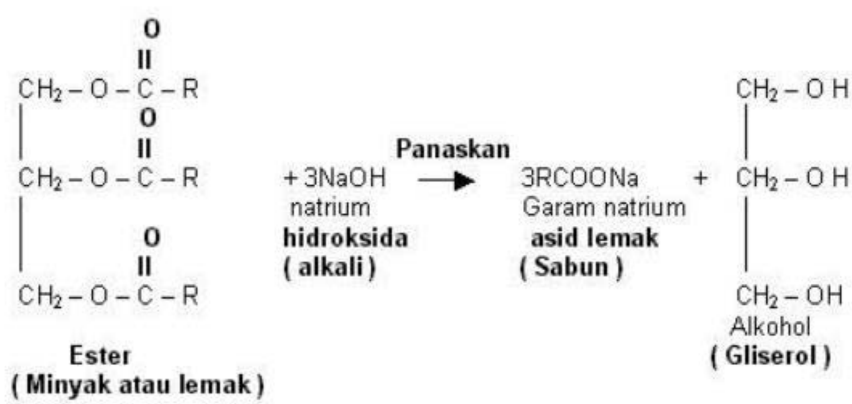
   Pewangi ditambahkan pada proses pembuatan sabun untuk memberikan efek wangi pada produk sabun. Pewangi yang sering digunakan dalam pembuatan sabun adalah dalam bentuk parfum

dengan berbagai aroma (buah-buahan, bunga, tanaman herbal dan lain-lain).

c. Proses pembuatan sabun opaq/transparan

Sabun merupakan pembersih yang dibuat dengan reaksi kimia antara kalium atau natrium dengan asam lemak dari minyak nabati atau lemak hewani (BSN 1994). Sabun yang dibuat dengan NaOH dikenal dengan sabun keras (*hard soap*), sedangkan sabun yang dibuat dengan KOH dikenal dengan sabun lunak (*soft soap*).

Sabun dibuat dengan dua cara yaitu proses saponifikasi dan proses netralisasi minyak. Proses saponifikasi minyak akan memperoleh produk sampingan yaitu gliserol, sedangkan proses netralisasi tidak akan memperoleh gliserol. Proses saponifikasi terjadi karena reaksi antara trigliserida dengan alkali, sedangkan proses netralisasi terjadi karena reaksi asam lemak bebas dengan alkali (Ophardt 2003).



Gambar 17. Proses saponifikasi

Sabun dapat dibuat melalui proses *batch* atau kontinu. Pada proses *batch*, lemak atau minyak dipanaskan dengan alkali (NaOH atau KOH) berlebih dalam sebuah ketel. Jika penyabunan telah selesai, garam ditambahkan untuk mengendapkan sabun. Lapisan air yang

mengandung garam, gliserol dan kelebihan alkali, dikeluarkan. Endapan sabun yang bercampur dengan garam, alkali dan gliserol kemudian dimurnikan dengan air dan diendapkan dengan garam berkali-kali. Selanjutnya, endapan direbus dengan air secukupnya untuk mendapatkan campuran halus yang lama-kelamaan membentuk lapisan homogen dan mengapung.

Sabun memiliki karakteristik tertentu. Terdapat beberapa parameter untuk menentukan kualitas sabun yang dihasilkan dari proses saponifikasi. Parameter-parameter tersebut antara lain pH, kuantitas busa dalam air, perilaku sabun dalam air sadah, daya cuci, tekstur, dan kekerasan sabun. Banyaknya sabun yang dihasilkan dari metode saponifikasi bergantung pada beberapa hal, salah satu di antaranya adalah nilai angka penyabunan (*saponification value*) dari lemak/minyak yang digunakan. Makin tinggi angka penyabunan yang dimiliki oleh suatu lemak/minyak, makin banyak jumlah sabun yang dihasilkan dari proses saponifikasi.

Sabun transparan merupakan sabun yang memiliki tingkat transparansi paling tinggi. Sabun jenis ini memancarkan cahaya yang menyebar dalam partikel-partikel kecil, sehinga obyek yang berada diluar sabun akan kelihatan jelas (tembus pandang). Obyek dapat terlihat hingga berjarak sampai panjang 6 cm (Paul 2007).

Sabun transparan dapat dihasilkan dengan sejumlah cara yang berbeda. Salah satu metode yang tertua adalah dengan cara melarutkan sabun dalam alkohol dengan pemanasan lembut untuk membentuk larutan jernih, yang kemudian diberi pewarna dan pewangi. Warna sabun tergantung pada pemilihan bahan awal dan bila tidak 19 digunakan bahan yang berkualitas baik, kemungkinan sabun yang dihasilkan akan berwarna sangat kuning (Butler 2001).

Metode produksi sabun transparansi melibatkan pelelehan fase lemak dan persiapan air untuk melarutkan sukrosa, gliserin dan pengawet. Kedua fase ini bereaksi dengan larutan beralkohol dari kaustik soda dibawah pemanasan terkontrol. Setelah reaksi selesai, sabun ini kemudian siap untuk diberi warna dan wewangian. Setelah pewarna dan pewangian, sabun akhir dituangkan ke dalam cetakan atau gelas terpisah dan dibiarkan mengeras sebelum dikemas (Butler 2001).

Tahap-tahap pembuatan sabun opaq/transparan adalah sebagai berikut:

1) Persiapan Bahan

   Tahapan pertama yang harus dilakukan dalam membuat sabun adalah mempersiapkan bahan baku dan bahan tambahan yang diperlukan untuk memproduksi sabun transparan. Bahan baku yang diperlukan adalah asam stearat, minyak (kelapa, sawit, jarak, jagung kedelai dll), NaOH, gliserin, etanol, gula pasir, Coco DEA. Adapun bahan tambahan yang harus disiapkan adalah NaCl, Asam Sitrat, pewarna dan pewangi.

2) Penimbangan Bahan

   Bahan-bahan yang telah disiapkan kemudian ditimbang sesuai dengan formula yang telah ditentukan. Penimbangan bahan-bahan harus dilakukan seteliti mungkin. Jika keliru dalam menimbang bahan baku dan bahan tambahan berdampak pada terjadinya perbedaan karakteristik, sehingga karakteristik produk sabun yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar.

3) Pemanasan Bahan

Pemanasan dilakukan untuk melelehkan bahan yang berbentuk padatan agar dapat dengan mudah dicampur dengan bahan lain yang berbentuk cairan. Bahan yang perlu dilelehkan adalah asam stearat, dilelehkan pada suhu 60 ^{o}C.

4) Pencampuran (Blending)

Proses pencampuran dilakukan setelah bahan baku berbentuk padat dilelehkan. Hasil pelelehan kemudian dicampur dengan bahan – bahan lain yang berbentuk cairan maupun dengan bahan yang berbentuk padat lainnya yang tidak perlu dilelehkan terlebih dahulu. Pencampuran bahan-bahan dilakukan pada suhu sekitar 70 – 80 ^{o}C, kecuali pada penambahan pewarna dan pewangi yang dilakukan pada suhu 40 ^{o}C.

5) Pengadukan

Selama proses pencampuran berlangsung, pengadukan harus dilakukan secara kontinyu. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan sediaan sabun yang homogen. Apabila tidak dilakukan pengadukan secara kontinyu beberapa bahan yang dicampurkan menjadi tidak merata dan menggumpal. Hal tersebut akan mempengaruhi tampilan sabun.

6) Pencetakan

Proses pencetakan dilakukan dengan menuangkan sediaan sabun ke dalam cetakan sabun. Bahan cetakan sabun dapat berupa stainless steel, plastik, kayu, fiber dll. Model cetakan disesuaikan dengan bentuk sabun yang akan dihasilkan, misalnya bulat oval, persegi dan sebagainya.Setelah dituangkan ke dalam cetakan, sediaan sabun dibiarkan selama beberapa saat supaya sabun mengeras sempurna.

Proses pengerasan (aging) dilakukan pada suhu kamar selama 1 bulan.

7) Pengemasan

Pengemasan dilakukan dengan menggunakan bahan kemasan plastik atau kertas. Untuk bahan plastik digunakan jenis plastik wrapping yang elastis. Untuk bahan kertas digunakan jenis kertas yang tipis. Pengemasan sabun dapat dilakukan secara manual.

d. Klasifikasi kualitas sabun opaq/transparan

Sabun diklasifikasikan menjadi tiga kelompok (Ophardt 2003):

1) Sabun dengan kualitas A

Sabun dengan kualitas A yaitu sabun yang diproduksi dengan menggunakan bahan baku dari minyak atau lemak terbaik dan mengandung sedikit alkali atau tidak mengandung alkali bebas. Sabun A ini umumnya digunakan untuk sabun mandi (*toilet soap*) yang biasa kita kenal.

2) Sabun kualitas B

Sabun kualitas B merupakan sabun yang dibuat dengan menggunakan bahan baku yang berasal dari minyak atau lemak dangan kualitas yang lebih rendah dan mengandung sedikit alkali, namun tidak menyebabkan iritasi pada kulit. Sabun B ini biasanya digunakan untuk mencuci pakaian dan piring.

3) Sabun dengan kualitas C

Sabun dengan kualitas C merupakan sabun yang dibuat dengan minyak atau lemak yang berwarna gelap (kualitas rendah) dan mengandung alkali yang relatif tinggi.

Terdapat beberapa spesifikasi persyaratan mutu sabun yang harus dipenuhi agar sabun dapat layak digunakan dan dipasarkan. Spesifikasi persyaratan mutu yang harus dipenuhi pada produk sabun menurut SNI 06-3532-1994 meliputi : kadar air dan zat menguap sabun, jumlah asam lemak, fraksi tak tersabunkan, bagian tak larut alkohol, kadar alkalis bebas yang dihitung sebagai NaOH dan kadar minyak mineral (BSN 1994).

Table 11. Syarat Mutu Sabun Mandi Padat (SNI 06 – 3532 – 1994)

No	Uraian	Tipe 1	Tipe 2	Seperfat
1	Kadar air (%)	Maks. 15	Maks. 15	Maks. 15
2	Jumlah asam lemak (%)	>70	64-70	>70
3	Alkali bebas • Dihitung sebagai NaOH (%) • Dihitung sebagai KOH (%)	Maks. 0,1 Maks. 0,14	Maks. 0,1 Maks. 0,14	Maks. 0,1 Maks. 0,14
4	Asam lemak bebas (%)	< 2,5	< 2,5	2,5-7,5
5	Minyak mineral	Negatif	Negatif	Negatif

Sumber: BSN (1994)

Sabun tipe 1 merupakan sabun yang terbaik karena mengandung jumlah asam lemak yang tinggi (lebih dari 70%) dengan asam lemak bebas yang rendah yaitu kurang dari 2,5%. Sabun tipe 1, 2, dan seferfat merupakan sabun yang dapat dipasarkan di masyarakat karena aman untuk digunakan. Sabun tipe 2 lebih baik dari superfat karena kandungan asam lemak bebasnya kurang dari 2,5%.

1) Kadar Air

Kadar air merupakan bahan yang menguap pada suhu dan waktu tertentu. Maksimal kadar air pada sabun adalah 15%, hal ini

disebabkan agar sabun yang dihasilkan cukup keras sehingga lebih efisien dalam pemakaian dan sabun tidak mudah larut dalam air. Kadar air akan mempengaruhi kekerasan dari sabun.

2) Jumlah Asam Lemak

Jumlah asam lemak merupakan jumlah total seluruh asam lemak pada sabun yang telah atau pun yang belum bereaksi dengan alkali (BSN 1998). Sabun yang berkualitas baik mempunyai kandungan total asam lemak minimal 70%, hal ini berarti bahan-bahan yang ditambahkan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan sabun kurang dari 30%. Tujuannya untuk meningkatkan efisiensi proses pembersihan kotoran berupa minyak atau lemak pada saat sabun digunakan. Bahan pengisi yang biasa ditambahkan adalah madu, gliserol, waterglass, protein susu dan lain sebagainya. Tujuan penambahan bahan pengisi untuk memberikan bentuk yang kompak dan padat, melembabkan, menambahkan zat gizi yang diperlukan oleh kulit.

3) Alkali Bebas

Alkali bebas merupakan alkali dalam sabun yang tidak diikat sebagai senyawa. Kelebihan alkali bebas dalam sabun tidak boleh lebih dari 0,1% untuk sabun Na, dan 0, 14% untuk sabun KOH karena alkali mempunyai sifat yang keras dan menyebabkan iritasi pada kulit. Kelebihan alkali bebas pada sabun dapat disebabkan karena konsentrasi alkali yang pekat atau berlebih pada proses penyabunan. Sabun yang mengandung alkali tinggi biasanya digunakan untuk sabun cuci (Qisti 2009).

4) Asam Lemak Bebas

Asam lemak bebas merupakan asam lemak pada sabun yang tidak terikat sebagai senyawa natrium atau pun senyawa trigliserida (lemak netral) (BSN 1994). Tingginya asam lemak bebas pada sabun akan mengurangi daya membersihkan sabun,

karena asam lemak bebas merupakan komponen yang tidak diinginkan dalam proses pembersihan. Sabun pada saat digunakan akan menarik komponen asam lemak bebas yang masih terdapat dalam sabun sehingga secara tidak langsung mengurangi kemampuannya untuk membesihkan minyak dari bahan yang berminyak.

5) Minyak Mineral

   Minyak mineral merupakan zat atau bahan tetap sebagai minyak, namun saat penambahan air akan terjadi emulsi antara air dan minyak yang ditandai dengan kekeruhan. Minyak mineral adalah minyak hasil penguraian bahan organik oleh jasad renik yang terjadi berjuta-juta tahun. Minyak mineral sama dengan minyak bumi beserta turunannya. Contoh minyak mineral adalah: bensin, minyak tanah, solar, oli, dan sebagainya. Kekeruhan pada pengujian minyak mineral dapat disebabkan juga oleh molekul hidrokarbon dalam bahan (Qisti 2009).

6) Keasaman (pH)

   Berdasarkan SNI 06–3532–1994, pH sabun mandi tidak ditetapkan standardnya. Berdasarkan Bailey (1979) pH sabun transparan umumnya adalah lebh besar dari 9,5. Mencuci tangan dengan sabun dapat meningkatkan pH kulit sementara, tetapi kenaikan pH kulit ini tidak akan melebihi 7.

e. **Pengenalan Alat-alat yang dapat digunakan dalam proses pembuatan sabun opaq/transparan skala laboratorium**

Tabel 15. Penggolongan alat-alat yang digunakan dalam pembelajaran kimia organik 2 (Pembuatan Sabun Opaq/transparan skala laboratorium)

Macam-macam alat	Proses Pembuatan				
	Essen	Biodiesel	Sabun opaq/transparan	Ditergen	*Hand soap*
Jas lab	✓	✓	✓	✓	✓
Masker	✓	✓	✓	✓	✓
Kacamata	✓	✓	✓	✓	✓
Sarung tangan	✓	✓	✓	✓	✓
Seperangkat alat refluks	✓				
Seperangkat alat destilasi	✓				
Corong pisah	✓	✓			
Labu alas bulat	✓				
Pendingin Leibig *(Leibig Condenser)*	✓				
Gelas kimia	✓	✓	✓	✓	✓
Erlenmeyer	✓	✓	✓		
Gelas ukur	✓	✓			
Kertas lakmus	✓				
Batu didih	✓				
Termometer	✓	✓	✓		
Labu leher tiga		✓			
Buret		✓	✓		
Pipet tetes	✓	✓		✓	✓
Statif dan klem	✓	✓			
Water bath	✓	✓			
Labu ukur	✓	✓			
Batang Pengaduk	✓	✓	✓	✓	✓
Kertas saring	✓	✓			
Spatula	✓		✓		✓
Hot plate stirer dan *magnetic*	✓		✓		

stirrer					
Timbangan	✓		✓	✓	✓
Cetakan			✓		
Corong			✓		
pH meter			✓		
Wadah plastik polipropilen				✓	✓
Blender				✓	
Ayakan				✓	
Mixer					✓
Kompor		✓			
Ember plastik		✓			
Panci		✓			

Keterangan:

√ Alat-alat yang dapat digunakan dalam kegiatan praktek

Gambar dan penjelasan karakteristik serta fungsi dari alat-alat lainnya dapat dilihat pada pembelajaran sebelumnya (pembelajaran 1 sd. 2)

1. Cetakan

Cetakan berfungsi untuk mencetak sabun menjadi berbagai bentuk sesuai keinginan.



Gambar 38. Cetakan sabun

Sumber: http://irma-teknikkimia.blogspot.com/2013/03/bahan-cara-membuat-sabun-mandi.html

2. Corong

Corong digunakan untuk memasukan atau memindah larutan dari satu tempat ke tempat lain dan digunakan pula untuk proses penyaringan setelah diberi kertas saring pada bagian atas.



Gambar 39. Corong
Sumber: http://dc191.4shared.com/doc/EDTN46fS/preview.html

3. pH meter

Bermacam-macam pH meter yang telah diproduksi oleh pabrik-pabrik. Digunakan untuk mengukur tingkat keasaman dari suatu zat. Biasanya sebelum digunakan dikalibarasi terlebih dahulu menggunakan larutan buffer. Larutan buffer biasanya telah disertakan dalam kemasannya, dapat pula dibeli di 118omo-toko kimia.



Gambar 40. pH meter
Sumber: http://tugasinstrumen.blogspot.com/2012/10/alat-untuk-mengukur-ph.html

3. REFLEKSI

Petunjuk :

a. Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda!

1. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

   ....

   ....

   ....

   ....

   ....

2. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

   ....

   ....

   ....

   ....

3. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

   ....

   ....

   ....

   ....

4. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

   ....

   ....

   ....

   ....

5. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
....
....
....
....

4. TUGAS

Tugas 1

- Lakukan pengamatan 10 jenis lemak/minyak yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun opaq/transparan,termasuk mengamati karakteristiknya
- Pengamatan dilakukan melalui observasi,internet dan atau referensi lain yang sesuai
- Diskusikan secara kelompok dari hasil pengamatan
- Tanyakan kepada guru pendamping jika ada hal-hal yang belum dipahami
- Buat laporan dan kesimpulan hasil diskusi
- Serahkan laporan hasil pengamatan kepada guru pendamping

LEMBAR PENGAMATAN TUGAS 1

Judul Pengamatan :

NO	**Nama minyak/lemak)**	**Karakteristik**	
		Fisis	Kimiawi
1			
2			
dst			
	Kesimpulan:		Anggota Kelompok: 1. 2. dst

Tugas 2.

Lakukan kegiatan praktikum pembuatan sabun opaq/transparan di laboratorium Hal-hal penting yang harus anda perhatikan adalah sebagai berikut: 1. Gunakan lembar kerja 1. Dalam melakukan praktikum 2. Menyiapkan alat untuk praktikum 3. Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum 4. Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur pada lembar kerja 5. Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung 6. Melakukan pencatatan data 7. Menghitung/mengolah data hasil pengamatan 8. Membuat laporan hasil praktikum 10. Membersihkan lingkungan laboratorium setelah melakukan praktikum

Lembar Kerja 1 :

1 **Materi** : **Pembuatan sabun opaq/transparan skala laboratorium**

2 **Tujuan** : Setelah melakukan kegiatan Praktek peserta didik mampu:

- Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum
- Melakukan pembuatan sabun opaq sesuai dengan prosedur yang telah ditetapkan
- Melakukan pencetakan sabunopaq/ transparan
- Melakukan pengemasan sabun opaq/transparan dengan bahan pengemas yang sesuai/tepat

3 **Alat** : Alat-alat yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut:

- Beaker glass
- Pengaduk gelas/plastik
- Timbangan
- Alat pencetak sabun
- Pipet tetes
- Hot plate/pemanas

- Thermometer
- Sarung tangan plastic

4 **Bahan** : Bahan-bahan yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut:

- asam stearat,
- minyak (kelapa, sawit, jarak, jagung kedelai dll),
- NaOH,
- gliserin,
- etanol,
- gula pasir,
- Coco DEA. NaCl,
- Asam Sitrat,
- pewarna
- pewangi.

5 **Langkah Kerja** :

1. Siapkan bahan baku dan bahan tambahan yang diperlukan untuk memproduksi sabun transparan.
2. Lakukan penimbangansemua bahan yang digunakan sesuai dengan formula yang telah ditentukan
3. Panaskan asam stearat, sampai meleleh pada suhu 60 ^{o}C
4. Campurkan asam stearat yang telah meleleh dengan bahan – bahan lain yang berbentuk cairan dan berbentuk padat lainnya pada suhu sekitar 70 – 80 ^{o}C, kecuali pada penambahan pewarna dan pewangi yang dilakukan pada suhu 40 ^{o}C.
5. Lakukan pengadukan secara kontinyu sampai homogin selama proses pencampuran berlangsung,
6. Tuangkan sediaan sabun ke dalam cetakan sabun.,
7. dibiarkan sediaan sabun selama beberapa saat supaya sabun mengeras sempurna.
8. Proses pengerasan (aging) dilakukan pada suhu kamar selama 1 bulan.
9. Lakukan pengemasan dengan menggunakan bahan kemasan plastik atau kertas. Untuk bahan plastik digunakan jenis plastik wrapping yang elastis. Untuk bahan kertas digunakan jenis kertas yang tipis.
10. Lakukan pengemasan sabun(dapat dilakukan secara manual).

5. TES FORMATIF

a. Jelaskan definisi sabun opaq/transparan dan karakteristiknya
b. Tuliskan minimal lima jenis lemak/minyak sebagai bahan baku pembuatan sabun opaq/transparan, serta jelaskan karakteristiknya (fisis dan kimiawi)
c. Jelaskan karakteristik sabun opaq/transparan berdasarkan klasifikasi berikut:
   1) Sabun kualitas A
   2) Sabun kualitas B
   3) Sabun kualitas C
d. Jelaskan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas sabun opaq/transparan
e. Tuliskan persamaan reaksi dari proses saponifikasi pada pembuatan sabun opaq/transparan

C. PENILAIAN

1. Penilaian Sikap

Skala penilaian sikap dibuat dengan rentang antara 1 s.d 4.

1. BT (belum tampak) *jika* sama sekali tidak menunjukkan usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas
2. MT (mulai tampak) *jika* menunjukkan sudah ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas tetapi masih sedikit dan belum ajeg/konsisten
3. MB (mulai berkembang) *jika* menunjukkan ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas yang cukup sering dan mulai ajeg/konsisten
4. MK (membudaya) *jika* menunjukkan adanya usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas secara terus-menerus dan ajeg/konsisten

No.	Sikap / Kegiatan	Religius				Disiplin				Tanggug jawab				Peduli				Responsif				Teliti				Jujur				Santun			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mengamati																																
2	Menanya																																
3	Mengeksplorasi																																
4	Mengasosiasikan																																
5	Mengkomunikasikan																																

2. **Penilaian Pengetahuan**

a) Jelaskan fungsi dan tujuan tahapan kegiatan pada proses pembuatan sabun opaq/transparan berikut ini:

1) Pemanasan pada asam stearat
2) Pencampuran
3) Pengadukan

b) Jelaskan persyaratan alat/bahan yang digunakan dalam proses:

1. Pencetakan sabun opaq
2. Pengemasan sabun opaq

c) Jelaskan tujuan digunakan bahan pengisi pada pembuatan sabun dan sebutkan minimal tiga bahan pengisi yang biasa digunakan.

3. **Penilaian Keterampilan**

NO	**ASPEK YANG DINILAI**	**PENILAIAN**		
		1	**2**	**3**
1.	Menyiapkan alat untuk praktikum			
2.	Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum			
5.	Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur			
6.	Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung			
7.	Melakukan pencatatan data			
8.	Menghitung/mengolah data hasil pengamatan			
9.	Membuat laporan hasil praktum			
10.	Membersihkan lingkungan praktikum			

Rubrik :

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
Menyiapkan alat untuk praktikum	Alat tidak disiapkan	Alat disiapkan tidak sesuai dengan diperlukan	Alat disiapkan sesuai dengan yang diperlukan
Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum	Bahan yang digunakan tidak lengkap	Bahan yang digunakan lengkap tapi ada yang tidak dibutuhkan	Bahan yang digunakan lengkap dan sesuai dengan yang dibutuhkan
Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung	Pengamtan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Melakukan pencatatan data pengamatan	Data pengamatan tidak dicatat	Data pengamatan dicatat tetapi ada kesalahan	Data pengamtan dicatat dengan lengkap
Menghitung/ mengolah data hasil pengamatan	Perhitungan data hasil pengamatan salah	Perhitungan data hasil pengamatan benar tetapi tidak sesuai dengan rumus	Perhitungan data hasil pengamatan benar dan lengkap sesuai rumus
Membuat laporan hasil praktikum	Laporan hasil praktikum tidak dibuat	Laporan hasil praktikum rapi dan tidak lengkap	Laporan hasil praktikum rapi dan lengkap
Membersihkan lingkungan tempat praktikum	Lingkungan tempat praktikum tidak dibersihkan	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dan tidak rapi	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dengan rapi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 :Pembuatan Deterjen Skala Laboratorium

A. DESKRIPSI

Membuat detergen skala laboratoriummerupakan salah satu kompetensi dasar dari mata pelajaran kimia organik untuk peserta didik SMK pada paket keahlian kimia analisIS. Kompetensi dasar ini merupakan dasar kejuruan pada paket keahlian kimia analisIS yang bertujuan untuk memantapkan pemahaman fakta, konsep, prinsip dan prosedur serta metakognitif mengenai detergen skala laboratoriumsecara aplikatif. Pembelajaran ini meliputi pemahaman tentangSenyawa hidrokarbon sumber bahan baku deterjen, klasifikasi deterjen,Pencampuran bahan kimia dalam proses pembuatan deterjen, proses pembuatan deterjen Reaktor pembuatan deterjen,Faktor proses yang dikendalikan pada pembuatan deterjen,Kelebihan dan kekurangan deterjen**.**Pelaksanaannya meliputi langkah-langkah pembelajaran mengamati, menanya, mengeksplorasi keterampilan proses dalam bentuk eksperimen, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan hasil pengamatan dan percobaan, kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan/analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya. Media yang digunakan meliputi alat dan bahan praktikum. Penguasaan materi peserta didik dievaluasi melalui sikap, pengetahuan dan keterampilan.

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan pembelajaran tentang pembuatan deterjen skala laboratorium, peserta didik diharapkan mampu:

a. Memahami senyawa hidrokarbon sumber bahan baku deterjen
b. Memahami klasifikasi deterjen
c. Melakukan pencampuran bahan kimia dalam proses pembuatan deterjen

d. Menerapkan proses pembuatan deterjen skala laboratorium sesuai standar
e. Memahami reaktor yang digunakan dalam pembuatan deterjen
f. Memahami faktor proses yang dikendalikan pada pembuatan deterjen

2. Uraian Materi

a. Bahan baku pembuatan deterjen

Pada umumnya deterjen mengandung bahan-bahan surfaktan, *builder, filler*, aditif, enzim, dan atau antifoam. Formulasi deterjen sangat tergantung pada maksud penggunaannya. Perbedaannya pada jenis surfaktan dan zat tambahan yang dicampurkan. Menurut Respati (1980), deterjen yang dijual sebagai powder kira - kira mengandung 40 % bahan yang aktif sedangkan sisanya merupakan builders yaitu bahan yang dapat menambah sifat "detergency" atau pembersih.

1) Surfaktan (*surface active agent*)

Surfaktan (*surface active agent*) merupakan zat aktif permukaan yang mempunyai ujung berbeda yaitu hidrofil dan hidrofob yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat melepaskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan (Spitz 1996). Istilah surfaktan (*surface active agent*) pada umumnya digunakan untuk menggambarkan molekul yang berinteraksi pada permukaan cairan. Surfaktan terdiri dari dua bagian yaitu gugus hidrofobik dan gugus hidrofilik. Surfaktan dapat digunakan dalam sistem cairan ataupun bukan cairan (Richey dan Herman 1983).

Sampai tahun 1960-an sufaktan yang paling umum digunakan adalah alkil benzen sulfonat. ABS suatu produk derivat alkil benzen. ABS sangat tidak menguntungkan karena ternyata sangat lambat terurai

oleh bakteri pengurai disebabkan oleh adanya rantai bercabang pada strukturnya. Oleh kerena itu ABS kemudian digantikan oleh surfaktan yang dapat dibiodegradasi yang dikenal dengan Linier Alkil Sulfonat (LAS). Sejak LAS menggantikan ABS dalam deterjen masalah-masalah yang timbul seperti penutupan permukaan air oleh gumpalan busa dapat dihilangkan dan toksinitasnya terhadap ikan di air telah banyak dikurangi. Ditergen tidak dapat diuraikan oleh organisme lain kecuali oleh ganggang hijau dan yang tidak sempat diuraikan ini akan menimbulkan pencemaran air.

Surfaktan yang biasa digunakan dalam deterjen adalah linear alkilbenzene sulfonat, etoksisulfat, alkil sulfat, etoksilat, senyawa amonium kuarterner, imidazolin dan betain. Linear alkilbenzene sulfonat, etoksisulfat, alkil sulfat bila dilarutkan dalam air akan berubah menjadi partikel bermuatan negatif, memiliki daya bersih yang sangat baik, dan biasanya berbusa banyak (biasanya digunakan untuk pencuci kain dan pencuci piring). Etoksilat, tidak berubah menjadi partikel yang bermuatan, busa yang dihasilkan sedikit, tapi dapat bekerja di air sadah (air yang kandungan mineralnya tinggi), dan dapat mencuci dengan baik hampir semua jenis kotoran. Senyawa-senyawa amonium kuarterner, berubah menjadi partikel positif ketika terlarut dalam air, surfaktan ini biasanya digunakan pada pelembut (softener). Imidazolin dan betain dapat berubah menjadi partikel positif, netral atau negatif bergantung pH air yang digunakan. Kedua surfaktan ini cukup kestabilan dan jumlah buih yang dihasilkannnya, sehingga sering digunakan untuk pencuci alat-alat rumah tangga.

Pada umumnya gugus hidropobik merupakan gugus hirokarbon yang berantai panjang dan gugus hidrofil merupakan gugus yang mempunyai kepolaran yang tinggi yang dapat meningkatkan

kelarutan. Surfaktan memiliki berbagai macam struktur kimia yang berbeda dan dapat diklasifikasikan menurut sifat - sifat dasar dari bagian hidrofiliknya (Cullum 1994), yaitu:

a) Surfaktan Anionik

Surfakatan jenis ini bagian hidrofiliknya mempunyai muatan negatif dan umumnya merupakan grup sulfat ($-O-SO_3-$) dan grup sulfonat ($-SO_3-$). Contoh : deodecyl benzene sulfonat, linier sodium alkyl benzene dan linier alkyl sulfat.

b) Surfaktan Kationik

Surfaktan jenis ini bagian hidrofiliknya mempunyai muatan positif dan umumnya

merupakan senyawa ammonium. Contoh: trimethyl ammonium kloride dan $RN+(CH_3)_3$

c) Surfaktan Nonionik

Surfaktan jenis ini bagian hidrofiliknya tidak bermuatan dan biasanya berasal dari turunan struktur polihidroksi atau polietoksi. Contoh: ethoksilat fatty alcohol dan ethoksilat dialkanolamides.

d) Surfakatan Amphoterik atau Zwitterionic

Surfaktan jenis ini bagian hidrofiliknya bermuatan positif dan negatit: Jenis ini tidak komersial. Contoh: alkyl amino porpionat dan alkyl dimethil betaines.

Sedangkan menurut Clint (1992), berdasarkan sifat dasar bagian hidrofobiknya

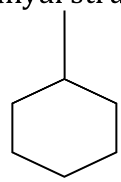
surfaktan terdiri dari :

- Alkyl

  Mempunyai struktur : $CH_3(CH_2)_n$-

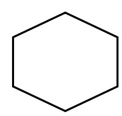
- Linier alkyl benzene

  Mepunyai struktur : $CH_3(CH_2)n$ - CH - $(CH_2)_mCH_3$



- Alkylaryl (Alkyl Phenol)

  Mempunyai struktur: C_nH_{2n+1} O



- a-Olefin

  Mepunyai struktur : CH_3 $(CH_2)n$ - CH = CH –+

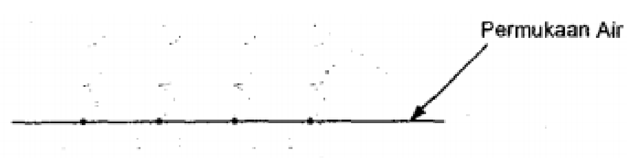
  CH_3 $(CH_2)_m$ - CH - $(CH_2)_pCH(GH_2)_rCH_3$

  OH

- Poly (Propylene Oxide)

  Mepunyai struktur: - $[CH_2CH(CH_3)O]_n$-

  Surfaktan dapat menurunkan tegangan permukaan air dengan mematahkan ikatan -ikatan hidrogen pada permukaan. Hal ini dapat digambarkan sebagai berikut :



(Fessenden dan Fessenden, 1990)

2) Pembentuk (*builder*)

Pembentuk (builder) berfungsi meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menonaktifkan mineral penyebab kesadahan air dan meningkatkan efisiensi surfaktan. Builder digunakan untuk melunakkan air sadah dengan cara mengikat mineral-mineral yang terlarut, sehingga surfaktan dapat berkonsentrasi pada fungsinya. Selain itu, builder juga membantu menciptakan kondisi keasaman yang tepat agar proses pembersihan dapat berlangsung lebih baik serta membantu mendispersikan dan mensuspensikan kotoran yang telah lepas.

Malik dan Dhingra (1975) menyatakan bahwa secara umum builder pada pembuatan deterjen dapat dibagi menjadi 5 golongan, antara lain: phospat, silikat, karbonat, bahan pelepas oksigen, dan bahan tambahan lainnya.

a. *Phosphate*

Salah satu yang paling banyak dimanfaatkan di dalam deterjen adalah *phosphate*. *Phosphate* memegang peranan penting dalam produk deterjen, sebagai *softener* air. Bahan ini mampu menurunkan kesadahan air dengan cara mengikat ion kalsium dan magnesium. Berkat aksi softenernya, efektivitas dari daya cuci deterjen meningkat. *Phosphate* yang biasa dijumpai pada umumnya berbentuk *Sodium Tri Poly Phosphate* (STPP). *Phosphate* tidak memiliki daya racun, bahkan sebaliknya merupakan salah satu nutrisi penting yang dibutuhkan mahluk hidup. Tetapi dalam jumlah yang terlalu banyak, phosphate dapat menyebabkan pengayaan unsur hara (eutrofikasi) yang berlebihan di badan air, sehingga badan air kekurangan oksigen akibat dari pertumbuhan algae (*phytoplankton*) yang berlebihan yang merupakan makanan bakteri. Populasi bakteri yang berlebihan akan menggunakan

oksigen yang terdapat dalam air sampai suatu saat terjadi kekurangan oksigen di badan air dan pada akhirnya justru membahayakan kehidupan mahluk air dan sekitarnya. Di beberapa negara, penggunaan *phosphate* dalam deterjen telah dilarang. Phospat terdiri dari dua kelas, yaitu :

- *Orthophospat*, terdiri dari natrium diphospat, natrium triphospat.
- *Condensed phospat* atau phospat kompleks, terdiri dari natrium hexametaphospat, natrium tetra pyrophospat, natrium tripoliphospat, natrium tetraphospat.

b. Silikat

Silikat berfungsi untuk menghalangi korosi pada *stainless steel* dan aluminium, mengendapkan kotoran dalam larutan dan dapat melindungi pakain dari redeposisi, mengemulsi beberapa bahan seperti gelas dan kaca sehingga dapat digunakan sebagai bahan pencuci piring.

c. Karbonat

Terdiri dari natrium karbonat atau soda abu, natrium bikarbonat, natrium sesqui

karbonat, dan kalsium karbonat.

d. Bahan pelepas oksigen

Bahan pelepas oksigen yang ditambahkan dalam deterjen bubuk yaitu natrium perborat. Bahan ini ditambahkan karena dapat menambah karakteristik alkaliniti dan buffer dari deterjen.

e. Bahan tamhahan lainnya

Menurut Davidshon dan Milwidsky (1978) bahan tambahan lain tersebut terdiri dari:

- *Sequestering* atau *Chelating Agent*

  Merupakan zat pelunak air yang bila digabung dengan ion logam termasuk garam Ca atau Mg yang berada dalam air

sadah akan membentuk senyawa kompleks yang dapat larut. Contohnya natrium tri poliphospat.

- Zat penggembung serabut

  Merupakan zat yang mampu menggembungkan serabut-serabut kain untuk membantu proses pembersihan.

- Zat yang dapat meningkatkan sifat aktif permukaan

  Merupakan senyawa yang dapat meningkatkan sifat aktif detergent yang bersifat anionik. Contohnya natrium karbonat.

- Zat inhibitor

  Zat inhibitor ditambahkan pada deterjen dengan maksud untuk mencegah terjadinya proses korosi atau penggoresan terhadap benda yang dibersihkan. Contohnya: kromat, silikat dan gelatin.

- *Florescent Brightening Agent* atau *Optical Brightening*

  Merupakan za-zat yang mampu meningkatkan kualitas dari kain atau benda yang dicuci, seperti zat yang mampu memutihkan kain yang sudah kusam kekuning-kuningan atau zat yang mampu mencermelangkan warna pada kainnya. Contohnya: diamino etil benzene dan benzidine dazole benzokoumarin.

- Zat penstabil busa

  Merupakan zat yang bersifat untuk menstabilkan busa sehingga dapat meningkatkan daya bersih deterjen. Contohnya trialkyl melamin dan monokhloro dialkyl amino.

- Zat anti redeposisi

  Zat anti redeposisi berfungsi untuk mepertahankan kotoran tersuspensi dalan air cucian setelah penghilangan kotoran dari bahan yang dicuci sehingga kotoran tidak kembali lagi

menempel pada bahan yang dicuci. Senyawa yang sering digunakan adalah Carboxyl methyl cellulose (CMC).

- Zat pewangi

  Merupakan zat yang ditambahkan pada pada deterjen untuk memberikan pengaruh bau yang harum. Parfum termasuk dalam bahan tambahan. Keberadaan parfum memegang peranan besar dalam hal keterkaitan konsumen akan produk deterjen. Artinya, walaupun secara kualitas detergen yang ditawarkan bagus, tetapi bila salah memberi parfum akan berakibat fatal dalam penjualannya.

  Pada dasarnya, jenis parfum untuk deterjen dapat dibagi ke dalam dua jenis, yaitu parfum umum dan parfum eksklusif. Parfum umum mempunyai aroma yang sudah dikenal umum di masyarakat, seperti aroma mawar dan aroma kenanga. Pada umumnya, produsen detergen bubuk menggunakan jenis parfum yang eksklusif. Artinya, aroma dari parfum tersebut sangat khas dan tidak ada produsen lain yang menggunakannya. Kekhasan parfum ekslusif ini diimbangi dengan harganya yang lebih mahal dari jenis parfum umum.

- Zat anti bakteri

  Untuk membunuh bakteri atau kuman yang berada dalam pakaian, sehingga pakaian tidak berbau apek bila disimpan dalam waktu yang lama. Contohnya TCC dan irgasan.

3) Pengisi (*filler*)

Bahan pengisi (*filler*) merupakan bahan tambahan deterjen yang tidak mempunyai kemampuan meningkatkan daya cuci tetapi menambah kuantitas. Bahan yang biasa digunakan dalam pembuatan deterjen

adalah garam. Garam dapur adalah sejenis mineral yang lazim dimakan manusia. Bentuknya kristal putih, dihasilkan dari air laut. Biasanya garam dapat yang tersedia secara umum adalah Natrium Klorida (NaCl). Senyawa natrium adalah penting dalam perindustrian kimia, kaca, logam, kertas, petrolium, sabun dan tekstil. Sabun pada umumnya merupakan garam natrium dengan beberapa jenis asam lemak. Bahan ini berfungsi sebagai pengisi dari seluruh campuran bahan baku. Pemberian bahan ini berguna untuk memperbanyak atau memperbesar volume. Keberadaan bahan ini dalam campuran bahan baku detergen semata-mata ditinjau dari aspek ekonomis. Bahan lain yang sering digunakan sebagai bahan pengisi, yaitu tetra sodium pyrophosphate dan sodium sitrat. Bahan pengisi ini berwarna putih, berbentuk bubuk, dan mudah larut dalam air.

4) Enzim

Dalam pencucian dalam jumlah air yang sedikit, busa sangat penting karena dalam pencucian dengan sedikit air, busa akan berperan untuk tetap "memegang" partikel yang telah dilepas dari kain yang dicuci, dengan demikian mencegah mengendapnya kembali kotoran tersebut. Revolusi terbesar dalam perkembangan deterjen adalah pemakaian enzim.

Enzim sebagai bantuan untuk mencuci bukanlah suatu hal yang baru lagi untuk dunia industri. Enzim proteolik telah dicoba sebagai zat aditif untuk mencuci di Jerman pada tahun 1920-an dengan sukses dan juga di Switzerland pada tahun 1930-an. Enzim, yang disebut juga dengan katalis organik, cenderung untuk mempercepat reaksi dan enzim proteolitik dapat mengubah ataupun menghancurkan protein menjadi asam amino baik sebagian maupun keseluruhan. Cara kerja enzim relatif lambat dan harga produksinya tinggi, tetapi dengan

metode yang telah disempurnakan untuk produksi dan pemurnian, rantai enzim, dikembangkan untuk bereaksi dengan cepat.

5) Antifoam

Cairan antifoam digunakan khusus untuk pembuatan deterjen bubuk untuk mesin cuci. Bahan tersebut berfungsi untuk meredam timbulnya busa. Persentase keberadaan senyawa ini dalam formula sangat sedikit, yaitu berkisar antara 0,04-0,06%.

Table 12. Macam-macam bahan tambahan dalam pembuatan deterjen

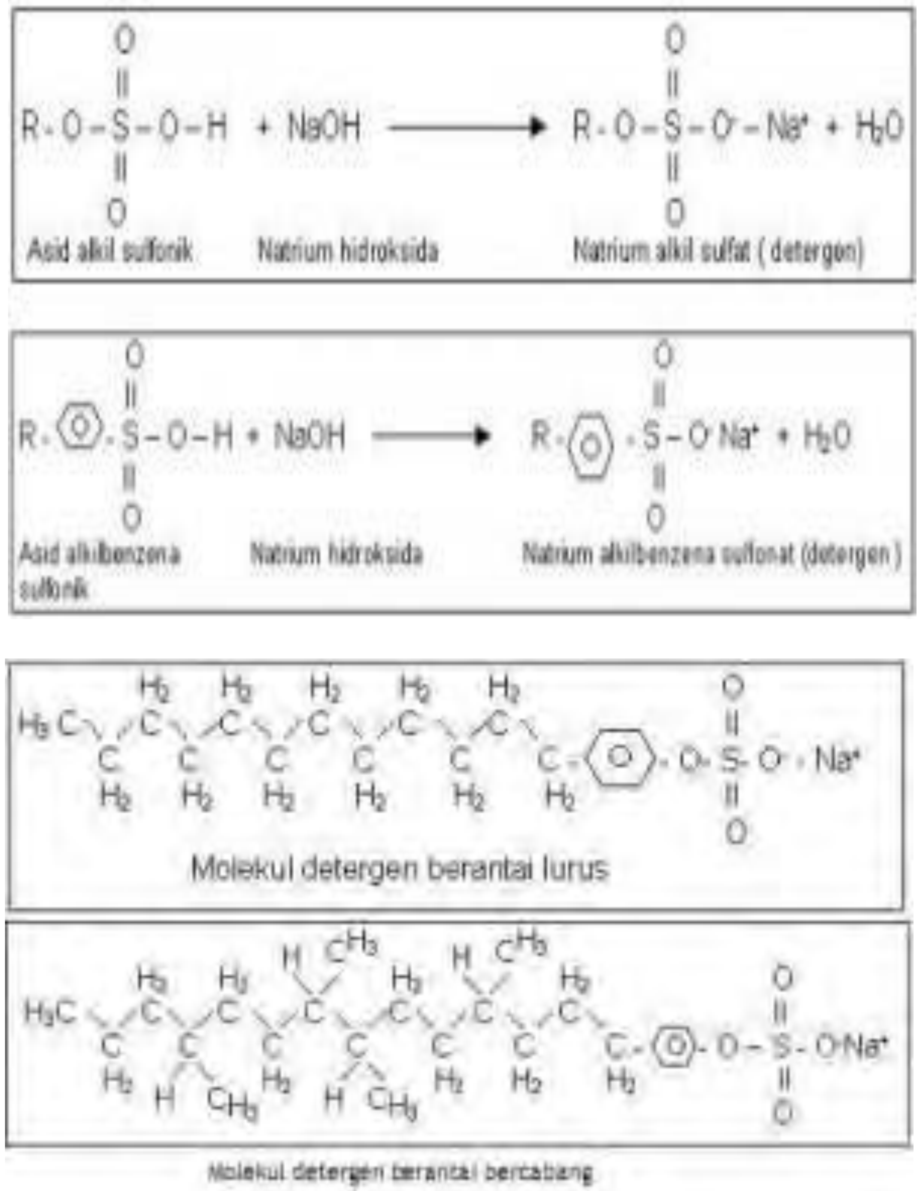
KOMPOSISI	FUNGSI UTAMA	CONTOH
Abrasives	Menyediakan pelican, scrubbing dan atau pengkilap	Calcite Feldspar Quartz Sand
Acids	Menetralisisr atau mengatur kebasaan dari komposisi lain	Asam asetat Asam sitrat Asam hidroklorida Asam phosfat Asam Sulfat
Oxigen bleach	Dalam beberapa produk, dapat ditambahkan dengan activator pemutih untuk hasil yang lebih baik pada temperature air yang rendah	Natrium perabot Natrium Perkarbonat
Colorant	Mempertahankan warna	Pigments or dyes
Corrosion inhibitors	Melindungi bagian mesin yang berupa logam dan lapisan penutup	Natrium silikat
Enzymes	• Protein diklarifikasi berdasarkan jenis kotoran yang akan dibersihkan oleh detergen • Selulosa mereduksi pilling dan greying dari	Amylase (Starch soils) Lipase (fatty and oily soils) Protase (protein soils) Cellulase

	kain yang mengandung kapas dan membantu menghilangkan kotoran pertikulat	
Fabric softening agents	Memberi kelembutan pada kain	Quaternary Ammonium Compounds
Fluorescen whitening agents	Membuat kain terlihat lebih cemerlang dan putih ketika terkena sinar	Colorless Sluorescing Compoundas
Fragrances	• Menutupi bau • Memberikan bau yang sedap pada pakaian dan ruangan	Fragrance blends
Alkalis	• Menetralisir atau mengatur keasaman dari komposisi lain • Membuat surfaktan dan builders lebih efisien • Meningkatkan kebasaan • Kebasaan berguna untuk membersihkan kotoran asam, lemak dan minyak. • Sehingga, detergen akan lebih efektif ketika bersifat basa	Amonium Hidroksida Etanolamin Natrium karbonat Natrium hidroksida Natrium silikat
Antimicrobial agents	Membunuh atau menghambat pertumbuhan organisme yang dapat menyebabkan penyakit dan atau bau	Minyak cemara Senyawa Ammonium Kuartener Natrium hipoklorit Triclobarbon Triclosan
Antiredeposition agents	Mencegah kotoran balik lagi	Selulosa karboksi Metil Polikarbonat Polietilen glikol Natrium silikat
Bleach	Memutihkan, mencerahkan dan membersihkan noda	
Chlorine bleach	desinfektan	Natrium hipoklorit
Oxigen bleach	Dalam beberapa produk, dapat ditambahkan dengan	Natrium perabot natrium perkarbonat

	activator pemutih untuk hasil yang lebih baik pada temperature air yang rendah	
Colorant	Mempertahankan warna	Pigments or dyes
Corrosion inhibitors	Melindungi bagian mesin yang berupa logam dan lapisan penutup	Natrium silikat
Enzymes	Protein diklasifikasikan berdasarkan jenis kotoran yang akan dibersihkan oleh detergen	Amylase (starch soils) Lipase

b. Senyawa Hidrokarbon Sumber Bahan Baku Deterjen

Deterjen merupakan bahan pembersih yang termasuk sabun, namun kebanyakan dihubungkan dengan deterjen sintetik. Deterjen mempunyai sifat tidak membentuk endapan dengan ion-ion logam divalen dalam air sadah. Hingga sekarang bahan-bahan pencuci yang ramah lingkungan telah dikembangkan, namun harganya mahal. Salah satu alternatif bahan yang murah adalah memanfaatkan minyak goreng bekas sebagai bahan baku detergen yang ramah lingkungan. Minyak goreng bekas mengandung *Free Fatty Acid* (FFA) atau asam lemak bebas (Ketaren 1996). Kandungan asam lemak bebas inilah yang kemudian akan diesterifikasi dengan methanol menghasilkan metal ester. Sedangkan kandungan trigliseridanya ditransesterifikasi dengan methanol, yang juga menghasilkan metal eter dan gliserol. Kemudian metal ester tersebut disulfonasi membentuk surfaktan yang menjadi bahan baku pembuatan detergen atau pembersih (Rahman dan Lelono 2013). Detergen merupakan garam natrium dari asam sulfonat. Rantai hidrokarbon, R di dalam molekul detergen adalah rantai hidrokarbon yang lurus atau rantai hidrokarbon yang bercabang.



Gambar 41. Rantai hidrokarbon yang lurus atau rantai hidrokarbon yang bercabang.

c. Klasifikasi Deterjen

Menurut kandungan gugus aktifnya maka detergen diklasifikasikan sebagai berikut :

1) **Detergen jenis keras**

   Detergen jenis keras sukar dirusak oleh mikroorganisme meskipun bahan tersebut dibuang akibatnya zat tersebut masih aktif. Jenis inilah yang menyebabkan pencemaran air. Contoh: Alkil Benzena Sulfonat *(ABS).*

   Proses pembuatan ABS ini adalah dengan mereaksikan alkil benzena dengan belerang trioksida, asam sulfat pekat atau oleum. Reaksi ini menghasilkan alkil benzena sulfonat. Jika dipakai dodekil benzena maka persamaan reaksinya adalah

   $C_6H_5C_{12}H_{25} + SO_3 \longrightarrow C_6H_4C_{12}H_{25}SO_3H$ (Dodekil Benzena Sulfonat)

   Reaksi selanjutnya adalah netralisasi dengan NaOH sehingga dihasilkan Natrium Dodekil Benzena Sulfonat

2) **Detergen jenis lunak**

   Detergen jenis lunak, bahan penurun tegangan permukaannya mudah dirusak oleh mikroorganisme, sehingga tidak aktif lagi setelah dipakai . Contoh: Lauril Sulfat atau Lauril Alkil Sulfonat. (LAS).

   Proses pembuatan (LAS) adalah dengan mereaksikan Lauril Alkohol dengan asam Sulfat pekat menghasilkan asam Lauril Sulfat dengan reaksi:

   $C_{12}H_{25}OH + H_2SO_4 \longrightarrow C_{12}H_{25}OSO_3H + H_2O$

Asam Lauril Sulfat yang terjadi dinetralisasikan dengan larutan NaOH sehingga dihasilkan Natrium Lauril Sulfat.

Awalnya deterjen dikenal sebagai pembersih pakaian, namun kini meluas dalam bentuk produk-produk seperti:

- *Personal cleaning product*, sebagai produk pembersih diri seperti sampo, sabun cuci tangan, dll.
- *Laundry*, sebagai pencuci pakaian, merupakan produk deterjen yang paling populer di masyarakat.
- *Dishwashing product*, sebagai pencuci alat-alat rumah tangga baik untuk penggunaan manual maupun mesin pencuci piring.
- *Household cleaner*, sebagai pembersih rumah seperti pembersih lantai, pembersih bahan-bahan porselen, plastik, metal, gelas, dll.

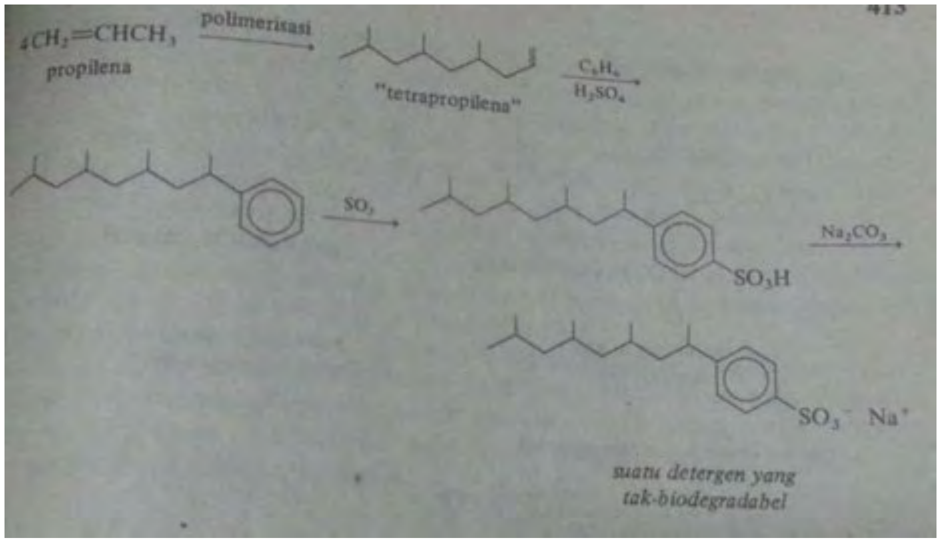
d. Proses Pembuatan Deterjen

Setelah perang Dunia II, dikembangkan deterjen sintetik. Seperti sabun, deterjen adalah surfaktan anionik-garam dari sulfonat atau sulfat berantai panjang dari natrium (RSO_3^- dan $ROSO_3^-$ Na^+). Deterjen mempunyai keunggulan dalam hal tidak mengendap bersama ion logam dalam air sadah.

Teknik pengolahan detergen dapat dilakukan menggunakan berbagai macam teknik misalnya biologi yaitu dengan bantuan bakteri, koagulasi-flokulasi-flotasi, adsorpsi karbon aktif, lumpur aktif, khlorinasi dan teknik representatif lainnya tergantung dari efektifitas kebutuhan dan efisiensi financial.

Deterjen yang pertama-tama digunakan adalah suatu *p*alkilbenzenasulfonat dengan gugus alkil yang sangat bercabang. Bagian alkil senyawa ini disintesis dengan polimerisasi propilena dan

diletakkan pada cincin benzene dengan reaksi alkilasi *Friedel-Crafts Sulfonasi*, yang disusul dengan pengolahan dengan basa, menghasilkan deterjen itu (Fessenden dan Fessenden 1995).



Gambar 42. Polimerisasi propilena

Tetapi sayang, mikroorganisme tidak dapat menguraikan rantai hidrokarbon yang sangat bercabang itu. Deterjen ini lolos lewat instalasi pengolahan limbah tanpa berubah, sehingga menyebabkan sungai berbusa-busa dan, dalam beberapa hal, bahkan menyebabkan air PAM berbusa. Pada Tahun 1965, industri mengubahnya menjadi deterjen yang biodegredabel, seperti senyawa berikut ini, dengan rantai terus menerus sebagai ganti rantai bercabang (Fessenden dan Fessenden 1995).

Kinerja deterjen, khususnya surfaktannya, memiliki kemampuan yang unik untuk mengangkat kotoran, baik yang larut dalam air maupun yang tak larut dalam air. Salah satu ujung dari molekul surfaktan bersifat lebih suka minyak atau tidak suka air, akibatnya bagian ini mempenetrasi kotoran yang berminyak. Ujung molekul surfaktan satunya lebih suka air, bagian inilah yang berperan mengendorkan

kotoran dari kain dan mendispersikan kotoran, sehingga tidak kembali menempel ke kain. Akibatnya warna kain akan dapat dipertahankan. Jika kotoran berupa minyak atau lemak maka akan membentuk emulsi minyak–air dan detergen sebagai emulgator (zat pembentuk emulsi). Sedangkan apabila kotoran yang berupa tanah akan diadsorpsi oleh detergen kemudian mambentuk suspensi butiran tanah-air, dimana detergen sebagai suspense agent (zat pembentuk suspensi).

Proses Utama Pembuatan Deterjen (Fessenden dan Fessenden 1995) :

1) Alkilasi

Pada proses alkilasi terjadi kondensasi gugus alkil dengan gugus benzene. Pada pembuatan arilsulfonat. Tingkat proses alkylasi ini boleh dikatakan sebagai proses yang paling penting. Sebab alkilasi ini sangat menentukan alkil aril sulfonatnya. Proses alkilasi suatu senyawa aromatik, mula-mula dikenal sebagai sintesa "*friedel craft*". Pada dasarnya sintesa sebagai berikut :

$$R\text{–}X \xrightarrow{AlCl3} R - Ar + H - K$$

Alkyl hidrokarbon alkyl   Halida Aromatis

Sebagai ganti alkil halida dapat juga dipakai sumber - sumber antara lain : olefin, eter, dialkil sulfat, dialkil sulfonat dan sebagainya. Sebagai katalisator AlCb. Dapat juga dipakai katalisatorlainnya, seperti : HCI, H_2S0_4, HF, BF_3, H_3P0_4, P_2O S, logam, Zn, Fe_{3+}, Sn_{2+}, Sb_{3+}.

Alkil aromatik yang menjadi tujuan disini adalah akkylat. Dimana gugus alkyl langsung terikat pada C dari inti senyawa.

$$C_2H_6 + C_{12}H_{24} \xrightarrow{AlCl3} C_6H_5C_{12}H_{28}$$

Benzene Dodecane   Dodecyl benzene

Cara masuknya Gugus Alkil ada 6 macam, tergantung pada ikatannya :

- Substitusi atom H pada senyawa karbon

  Bila senyawa aromatik mengalami alkilasi pada inti maka karbon dari alkil akan terikat pada atom karbon dari senyawa aromatik. Demikian juga untuk senyawa alifatik. Alkil terikat pada atom C, reaksi ini disebut alkilasi Fiedel-Craft. Craft.Contoh : $(CH_3)_3C\text{-}CH_2\text{-}CH(CH_3)_2$ (isooktana)
- Substitusi atom H pada gugus karboksil pada alkohol atau fenol

  Pada proses ini alkil terikat pada atom O. Contoh : $C_2H_5\text{-}O\text{-}C_2H_5$
- Substitusi atom H yang terikat pada atom N

  Alkil terikat pada N bervalensi 3. Contoh : $C_6H_5\text{-}N\text{-}(CH_3)_2$
- Adisi alkil halida atau ester pada senyawa N tersier

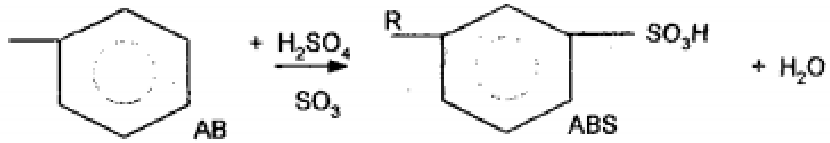
  Ikatan alkil pada N valensi 3 yang berubah menjadi valensi 5. Contoh : $C_6H_5\text{-}N\text{-}(CH_3)_3\text{-}Cl$
- Senyawa logam alkil

  Alkil terikat pada logam. Alkil terikat pada logam. Contoh : $Pb(C_2H_5)_4$
- Alkil lainnya

  Merkaptan, alkil terikat pada atom S, Alkil silan, alkil terikat pada Si. Contoh : $C_{12}H_{25}\text{-}SH$, $C_2H_5\text{-}SiCl_3$

2) Sulfonasi

Merupakan reaksi pembuatan alkyl benzene. Pada proses ini terjadi proses substitusi gugus asam sulfonat (SO_2OH) ke dalam alklyl benzene sulfonat. Reaksi sulfonasi dapat ditulis sebagai berikut :



Sebagai bahan sulfonat dapatjuga dipakai H_2SO_4 pekat (98%), H_2SO_4 (100%) atau SO_3 cair. Sifat deterjen yang baik berasal dari kekuatan yang seimbang dari kedua sifat tersebut diatas. Proses sulfonasi lebih disukai memakai oleum 20%, yang dikerjakan dengan 1,25 berat rasio dari oleum terhadap hidrokarbon pada 77°F.

3) Netralisasi

Pada proses ini yang merupakan kelanjutan dari proses sulfonasi dengan reaksi sebagai berikut :

$$C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3H + NaOH \longrightarrow C_{12}H_{25}C_6H_4SO_3Na + H_2O$$

NaOH yang dipakai : 20 – 50 %

Faktor yang berpengaruh pada pembuatan deterjen

1) Koloid

Surfaktan memiliki sifat umum sebagai larutan koloid. Keadaan koloid adalah suatu keadaan antara larutan dan suspensi. Suatu kumpulan dari beberapa ratus atau beberapa ribu partikel yang membentuk partikel lebih besar dengan ukuran sekitar 10 Å sampai 2 000 Å dikatakan berada dalam keadaan koloid. Dalam suatu sistem koloid, partikel-partikel koloid terdispersi (tersebar) dalam medium pendispersinya. Zat terdispersi maupun medium pendispersi koloid dapat berupa zat padat, cair, atau gas. Terdapat 8 tipe sistem koloid, yaitu busa (gas dalam cair), busa padat (gas dalam padat), aerosol padat (cair dalam gas), emulsi (cair dalam

cair), emulsi padat (cair dalam padat), aerosol padat (padat dalam gas), sol (padat dalam cair), dan sol padat (padat dalam padat).

Pada konsentrasi tinggi partikel koloid ini akan saling menggumpal, gumpalan ini disebut misel atau agregat baik berbentuk sferik (daya hantar listriknya tinggi) atau lamelar (daya hantar listriknya kecil disebut juga koloid netral) dan ada dalam kesetimbangan bolak-balik dengan sekitarnya (pelarut atau dispersi larutan). Kesetimbangan ini akan mencapai konsentrasi kritik misel menurut aturan Jones dan Burry.

2) Kestabilan sistem koloid

Koloid gas dan kebanyakan koloid cairan tidak mengendap dalam waktu yang sangat lama (berarti koloid ini stabil). Kestabilan koloid ini disebabkan karena adanya gerak Brown. Meskipun telah sampai ke dasar tempatnya, partikel koloid dapat naik kembali dan terus bergerak dalam mediumnya. Penyebab lainnya karena umumnya partikel koloid mengadsorpsi ion. Partikel koloid yang sama akan mengadsorpsi ion-ion yang sejenis, sehingga partikel-partikel koloid itu saling tolak-menolak karena pengaruh ion sejenis yang telah diadsorpsi. Partikel koloid sebenarnya tidak bermuatan listrik (netral). Peristiwa elektroforesis dapat digunakan untuk mengetahui jenis muatan ion yang diadsorpsi koloid. Jika koloid mengumpul pada elektroda negatif, berarti koloid telah mengadsorpsi ion positip, dan sebaliknya.

Kestabilan koloid dapat juga disebabkan adanya adsorpsi molekul atau koloid yang lain (koloid protektif/pelindung). Misalnya gelatin sebagai penstabil es krim. Emulsi dapat terbentuk karena adanya koloid lain (emulgator/pengemulsi) sebagai pengadsorpsi. Misalnya sabun sebagai pengemulsi minyak/lemak dan air. Pengemulsi yang

lain misalnya kasein dalam susu, dan kuning telur dalam pembuatan mayones (Yazid 2005).

3) Koagulasi

Suatu koloid bila dibiarkan dalam waktu tertentu akan berpengaruh oleh gaya grafitasi bumi, sehingga antara partikel dapat bergabung membentuk gumpalan yang akan mengendap di dasar wadah. Peristiwa penggumpalan atau pengendapan partikel partikel koloid ini disebut koagulasi, atau dengan kata lain koagulasi adalah peristiwa destabilisasi dari pada partikel-partikel koloid di mana gaya tolak-menolak (repulsi) di antara partikel-partikel tersebut dikurangi ataupun ditiadakan.

Partikel-partikel koloid yang terdapat dalam suatu wadah ataupun aliran air pada dasarnya bermuatan negatip pada permukaannya. Muatan ini menyebabkan gaya tolak-menolak di antara partikel-partikel sehingga menghalangi terjadinya agregasi dari pada partikel-paartikel menjadi agregat yang lebih besar.

Faktor-Faktor yang mempengaruhi koagulasi

Proses koagulasi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain suhu dan efek pengadukan.

- Suhu
  Selama proses koagulasi berlangsung, pengendapan dari flok-flok yang terbentuk semakin berkurang. Dengan turunnya suhu, maka viskositas air semakin tinggi sehingga kecepatan flok untuk mengendap semakin turun. Penurunan suhu menyebabkan kecepatan reaksi berkurang sehingga flok lebih sukar mengendap.

- Kondisi pengadukan

  Pengadukan ini diperlukan agar tumbukan antar partikel untuk netralisasi menjadi sempurna. Dalam proses koagulasi ini, pengadukan dilakukan dengan cepat. Air yang memiliki turbiditas yang rendah memerlukan pengadukan yang lebih banyak.

4) Viskositas

Di antara semua sifat- sifat fluida, viskositas memerlukan perhatian yang terbesar dalam telaahan tentang aliran fluida. Viskositas adalah sifat fluida yang mendasari diberikannya tahanan terhadap tegangan geser oleh fluida tersebut. Hukum viskositas Newton menyatakan bahwa untuk laju perubahan bentuk sudut fluida yang tertentu maka tegangan geser berbanding lurus dengan viskositas.

Viskositas gas meningkat dengan suhu, tetapi viskositas cairan berkurang dengan naiknya suhu. Perbedaan dalam kecendrungan terhadap suhu tersebut dapat diterangkan dengan menyimak penyebab – penyebab viskositas. Tahanan suatu fluida terhadap tegangan geser tergantung pada kohesinya dan pada laju perpindahan momentum molekularnya. Cairan dengan molekul–molekul yang jauh lebih rapat dari pada gas, mempunyai gaya-gaya kohesi yang jauh lebih besar dari pada gas. Kohesi nampaknya merupakan penyebab utama viskositas dalam cairan, dan karena kohesi berkurang dengan naiknya suhu, maka demikian pula viskositas. Sebaliknya, gas mempunyai gaya- gaya kohesi yang sangat kecil. Sebagian besar dari tahanan nya terhadap tegangan geser merupakan akibat perpindahan momentum molecular (Sukardjo 2002).

Faktor – faktor yang memepengaruhi viskositas

- Tekanan

  Viskositas cairan naik dengan naiknya tekanan sedangkan viskositas gas tidak dipengaruhi oleh tekanan.

- Temperatur

  Viskositas akan turun dengan naiknya temperatur, sedangkan viskositas gas naik dengannaiknya temperatur. Pemanasan zat cair menyebabkan molekul-molekulnya memperoleh energi. Molekul- molekul cairan bergerak sehingga gaya interaksi antar molekul melemah. Dengan demikian viskositas cairan akan turun dengan kenaikan temperatur.

- Kehadiran zat lain

  Penambahan gula tebu meningkatkan viskositas air. Adanya bahan tambahan seperti bahan suspensi (miksalnya albumin dan globulin) menaikkan viskositas air. Pada minyak ataupun gliserin adanya penambahan air akan menyebabkan viskositas akan turun klarena gliserin ataupun minyak akan semakinm encer, waktu alirnya akan semakin cepat.

- Ukuran dan berat molekul

  Viskositas naik dengan naiknya berat molekul. Misalnya laju aliran alkohol cepat, larutan minyak laju alirannya lambat dan kekentalannya tinggi. Larutan minyak misalnya CPO memiliki kekentalan tinggi serta laju aliran lambat sehingga viskositas juga tinggi.

- Bentuk molekul

  Viskositas akan naik jika ikatan rangkap semakin banyak.

- Kekuatan antar molekul

  Viskositas air naik dengan adanya ikatan hidrogen, Viskositas CPO dengan gugus OH pada trigliseridanya naik pada keadaan yang sama.

5) Kelebihan dan kekurangan deterjen

a) Kelebihan

Deterjen sintentik mempunyai sifat-sifat mencuci yang baik dan tidak membentuk garam-garam tidak larut dengan ion-ion kalsium dari magnesium yang biasa terdapat dalam air sadah. Deterjen sintetik mempunyai keuntungan tambahan karena secara relatif bersifat asam kuat, oleh karena itu tidak menghasilkan endapan sebagai asam-asam yang mengendap suatu karakteristik yang tidak nampak pada sabun.

Kemampuan deterjen untuk menghilangkan berbagai kotoran yang menempel pada kain atau objek lain, mengurangi keberadaan kuman dan bakteri yang menyebabkan infeksi dan meningkatkan umur pemakaian kain, karpet, alat-alat rumah tangga dan peralatan rumah lainnya, sudah tidak diragukan lagi. Oleh karena banyaknya manfaat penggunaan deterjen, sehingga menjadi bagian penting yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan masyarakat modern.

b) Kekurangan

Deterjen sangat berbahaya bagi lingkungan karena dari beberapa kajian menyebutkan bahwa detergen memiliki kemampuan untuk melarutkan bahan dan bersifat karsinogen, misalnya 3,4 Benzonpyrene, selain gangguan terhadap masalah kesehatan, kandungan detergen dalam air minum akan

menimbulkan bau dan rasa tidak enak. Deterjen kationik memiliki sifat racun jika tertelan dalam tubuh, bila dibanding deterjen jenis lain (anionik ataupun non-ionik).

Kerugian lain dari penggunaan deterjen adalah terjadinya proses eutrofikasi di perairan. Ini terjadi karena penggunaan deterjen dengan kandungan fosfat tinggi. Eutrofikasi menimbulkan pertumbuahan tak terkendali bagi eceng gondok dan menyebabkan pendangkalan sungai. Sebaliknya deterjen dengan rendah fosfat beresiko menyebabkan iritasi pada tangan dan kaustik. Karena diketahui lebih bersifat alkalis. Tingkat keasamannya (pH) antara 10 – 12.

6) Pengenalan Alat-alat yang dapat digunakan dalam proses pembuatan deterjen skala laboratorium

Table 13. Penggolongan alat-alat yang digunakan dalam pembelajaran kimia organik 2 (Pembuatan deterjen skala laboratorium)

Macam-macam alat	Proses Pembuatan				
	Essen	**Biodiesel**	**Sabun opaq/trans-paran**	**Ditergen**	***Hand soap***
Jas lab	✓	✓	✓	✓	✓
Masker	✓	✓	✓	✓	✓
Kacamata	✓	✓	✓	✓	✓
Sarung tangan	✓	✓	✓	✓	✓
Seperangkat alat refluks	✓				
Seperangkat alat destilasi	✓				
Corong pisah	✓	✓			
Labu alas bulat	✓				
Pendingin	✓				

Leibig *(Leibig Condenser)*					
Gelas kimia	✓	✓	✓	✓	✓
Erlenmeyer	✓	✓	✓		
Gelas ukur	✓	✓			
Kertas lakmus	✓				
Batu didih	✓				
Termometer	✓	✓	✓		
Labu leher tiga		✓			
Buret		✓	✓		
Pipet tetes	✓	✓		✓	✓
Statif dan klem	✓	✓			
Water bath	✓	✓			
Labu ukur	✓	✓			
Batang Pengaduk	✓	✓	✓	✓	✓
Kertas saring	✓	✓			
Spatula	✓		✓		✓
Hot plate stirer dan *magnetic stirrer*	✓		✓		
Timbangan	✓		✓	✓	✓
Cetakan			✓		
Corong			✓		
pH meter			✓		
Wadah plastik polipropilen				✓	✓
Blender				✓	
Ayakan				✓	
Mixer					
Kompor		✓			
Ember plastik		✓			
panci		✓			

***Keterangan*:**

√ Alat-alat yang dapat digunakan dalam kegiatan praktek

Gambar dan penjelasan karakteristik serta fungsi dari alat-alat lainnya dapat dilihat pada pembelajaran sebelumnya (pembelajaran 1 sd. 3)

a. **Wadah plastik polipropilen**

Polypropylene merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Propilena mempunyai specific gravity rendah dibandingkan dengan jenis plastik lain.Polypropylene mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190 – 200 oC), sedangkan titik kristalisasinya antara 130–135^{o}C. Polypropylene mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (hemical Resistance) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (impact strength) nya rendah.



Gambar 43. Wadah plastik polipropilen
Sumber:
http://archive.kaskus.co.id/thread/14230657/140

b. **Blender**

Blender digunakan untuk menghaluskan deterjen yang sudah jadi.



Gambar 44. Blender
Sumber: http://www.smoothieblenders.com/all-blenders/waring-commercial-blender-700g.html

c. **Ayakan**

Ayakan digunakan untuk menyaring deterjen.



Gambar 45. Ayakan
Sumber:
http://supersonicmch.wordpress.com/2012/02/24/sieve-shaker-aggregate-test-ayakan-pengukur-kandungan-butiran/

d. **Wadah plastik polipropilen**

Polypropylene merupakan polimer kristalin yang dihasilkan dari proses polimerisasi gas propilena. Propilena mempunyai specific gravity rendah dibandingkan dengan jenis plastik lain.Polypropylene mempunyai titik leleh yang cukup tinggi (190 – 200 oC), sedangkan titik kristalisasinya antara 130–135^{o}C. Polypropylene mempunyai ketahanan terhadap bahan kimia (hemical Resistance) yang tinggi, tetapi ketahanan pukul (impact strength) nya rendah.



Gambar 46. Wadah plastik polipropilen
Sumber: http://www.sehatplus.com/cermat-memilih-wadah-plastik.html

3. REFLEKSI

Petunjuk :

- Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
- Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
- Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda!

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
....
....
....
....
....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
....
....
....
....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
....
....
....
....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
....
....
....
....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
....
....
....
....

4. TUGAS

Tugas 1

a.	Lakukan pengamatan
b.	karakteristik deterjen termasuk kekurangan dan kelebihan dibandingkan dengan pembersih lain
c.	karakteristik minimal lima jenis surfaktan
d.	Pengamatan dilakukan melalui observasi,internet dan atau referensi lain yang sesuai
e.	Diskusikan secara kelompok dari hasil pengamatan
f.	Tanyakan kepada guru pendamping jika ada hal-hal yang belum dipahami
g.	Buat laporan dan kesimpulan hasil diskusi
h.	Serahkan laporan hasil pengamatan kepada guru pendamping

Tugas 2.

Lakukan kegiatan praktikum pembuatan deterjenl di laboratorium
Hal-hal penting yang harus anda perhatikan adalah sebagai berikut:

a. Gunakan lembar kerja 1. Dalam melakukan praktikum
b. Menyiapkan alat untuk praktikum
c. Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum
d. Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur pada lembar kerja
e. Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung
f. Melakukan pencatatan data
g. Menghitung/mengolah data hasil pengamatan
h. Membuat laporan hasil praktikum
i. Membersihkan lingkungan laboratorium setelah melakukan praktikum

Lembar Kerja 1 :

1	**Materi**	:	**Pembuatan Deterjenbubuk skala laboratorium**
2	**Tujuan**	:	Setelah melakukan kegiatan Praktek peserta didik mampu: • Memahami senyawa hidrokarbon sebagai sumber bahan baku deterjen • Mengklasifikasikan deterjen berdasarkan kualitasnya

			• Melakukan pencampuran bahan kimia dalam pembuatan deterjen • Menerapkan proses pembuatan deterjen sesuai dengan standar • Mengendalikan faktor-faktor yang berpengaruh pada pembuatan deterjen
3	**Alat**	**:**	Alat-alat yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut: Alat-alat yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut: • Jas lab. • Spatula, • mixer • timbangan • kacamata pngaman • pengaduk • masker • wadah plastik polipropilen • gelas kimia • pipet tetes
4	**Bahan**	**:**	Bahan-bahan yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut: Bahan-bahan yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut: • texafon, • NaCl, • citrunzur, • Na_2SO_4, • peserfatif, • sulfitin, • aquades, • pewarna • parfum.
5	**Langkah Kerja**	**:**	**1. Persiapan Bahan** Tahapan pertama yang harus dilakukan dalam membuat *hand soap* adalah mempersiapkan bahan baku. **2. Penimbangan Bahan** Timbang bahan -bahan yang sudah disiapkan

yaitu:

- texafon,= 75 gram
- NaCl, = 40 gram
- Citrunzur =, 4 gram
- Na_2SO_4, = 10 gram
- peserfatif,= 1 cc
- sulfitin,= 1 cc
- Aquades = 500 cc
- Pewarna dan parfum secukupnya

4. Pencampuran (*Blending*)

campurkan texafon dan NaCl terlebih dahulu hingga kental terlihat putih seperti pasta,
campurkan aquades dan aduk rata.
Citrunzur, Na_2SO_4, dan peserfatif campur sendiri yang kemudia dicampurkan ke campuran 1.
surfilin, pewarna dan parfum dicampur sendiri kemudian campurkan ke campuran 2.

5. Pengadukan

Bahan-bahan yang telah dicampur diaduk terus menerus hingga rata dan homogen
Pastikan bahan hand soap telah tercampur sempurna. Selama pengadukan akan timbul busa yang banyak

6. Aging

Larutan *hand soap* denganbusa yang sangat banyak didiamkan selama 24 jam untuk menghilangkan busa.
Aging diakhiri setelah tidak terlihatnya busa pada larutan *hand soap* yang telah didiamkan.
Hand soap yang sudah jadi berupa larutan kental dan jika dipakai untuk mencuci tangan akan terasa lembut, wangi dan cukap banyak busa.

7. Pengemasan

Deterjen bubuk yang telah dihasilkan, dikemas dengan plastik atau botol platik berlabel dengan ukuran berat 0,5-1kg yang siap untuk dipasarkan.

5. TES FORMATIF

a. Apa yang anda ketahui dengan senyawa hidrokarbon sumber bahan baku deterjen? Jelaskan karakteristik dari senyawa tersebut!

b. Jelaskan klasifikasi deterjen yang and ketahui!

c. Apa yang dimaksud dengan senyawa surfaktan?Jelaskan karakteristik dasar minimal tiga jenis surfaktan!

d. Jelaskan tahapan proses pembuatan deterjen!

e. Jelaskan Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pembuatan deterjen**!**

C. PENILAIAN

1. Penilaian Sikap

Skala penilaian sikap dibuat dengan rentang antara 1 s.d 4.

1. BT (belum tampak) *jika* sama sekali tidak menunjukkan usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas
2. MT (mulai tampak) *jika* menunjukkan sudah ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas tetapi masih sedikit dan belum ajeg/konsisten
3. MB (mulai berkembang) *jika* menunjukkan ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas yang cukup sering dan mulai ajeg/konsisten
4. MK (membudaya) *jika* menunjukkan adanya usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas secara terus-menerus dan ajeg/konsisten

No	**Sikap** / **Kegiatan**	**Religius**				**Disiplin**				**Tanggug jawab**				**Peduli**				**Responsif**				**Teliti**				**Jujur**				**Santun**			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mengamati																																
2	Menanya																																
3	Mengeksplorasi																																
4	Mengasosiasikan																																
5	Mengkomunikasikan																																

2. Penilaian Pengetahuan

a. Apa yang anda ketahui dengan senyawa hidrokarbon sumber bahan baku deterjen,dan jelaskan karakteristik dari senyawa tersebut
b. Jelaskan klasifikasi deterjen yang and ketahui,
c. Apa yang dimaksud dengan senyawa surfaktan dan jelaskan karakteristik dasar minimal tiga jenis surfaktan,
d. Jelaskan tahapan proses pembuatan deterjen
e. Jelaskan Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pembuatan deterjen**.**

3. Penilaian Keterampilan

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
		1	2	3
1.	Menyiapkan alat untuk praktikum			
2.	Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum			
5.	Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur			
6.	Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung			
7.	Melakukan pencatatan data			
8.	Menghitung/mengolah data hasil pengamatan			
9.	Membuat laporan hasil praktum			
10.	Membersihkan lingkungan praktikum			

Rubrik :

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
Menyiapkan alat untuk praktikum	Alat tidak disiapkan	Alat disiapkan tidak sesuai dengan diperlukan	Alat disiapkan sesuai dengan yang diperlukan
Menggunakan bahan sesuai dengan yang	Bahan yang digunakan tidak lengkap	Bahan yang digunakan lengkap tapi ada yang tidak	Bahan yang digunakan lengkap dan sesuai dengan

dibutuhkan dalam praktikum		dibutuhkan	yang dibutuhkan
Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung	Pengamtan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Melakukan pencatatan data pengamatan	Data pengamatan tidak dicatat	Data pengamatan dicatat tetapi ada kesalahan	Data pengamtan dicatat dengan lengkap
Menghitung/ mengolah data hasil pengamatan	Perhitungan data hasil pengamatan salah	Perhitungan data hasil pengamatan benar tetapi tidak sesuai dengan rumus	Perhitungan data hasil pengamatan benar dan lengkap sesuai rumus
Membuat laporan hasil praktikum	Laporan hasil praktikum tidak dibuat	Laporan hasil praktikum rapi dan tidak lengkap	Laporan hasil praktikum rapi dan lengkap
Membersihkan lingkungan tempat praktikum	Lingkungan tempat praktikum tidak dibersihkan	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dan tidak rapi	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dengan rapi.

Kegiatan Belajar 5: Pembuatan Hand Soap Skala Laboratorium

A. DESKRIPSI

Membuat *hand soap*skala laboratoriummerupakan salah satu kompetensi dasar dari mata pelajaran kimia organik untuk peserta didik SMK pada paket keahlian kimia analisis. Kompetensi dasar ini merupakan dasar kejuruan pada paket keahlian kimia analis yang bertujuan untuk memantapkan pemahaman fakta, konsep, prinsip dan prosedur serta metakognitif mengenai pembuatan *hand soap* skala laboratorium secara aplikatif. Pembelajaran ini meliputi pemahaman tentang bahan baku hand soap dan karakteristiknya, alat proses pembuatan *hand soap* dan karakteristiknya, proses pencampuran bahan kimia dalam pembuatan hand soap, langkah-langkah pembuatan hand soap.Pelaksanaannya meliputi langkah-langkah pembelajaran mengamati, menanya, mengeksplorasi keterampilan proses dalam bentuk eksperimen, mengasosiasi, dan mengkomunikasikan hasil pengamatan dan percobaan, kesimpulan berdasarkan hasil pengamatan/analisis secara lisan, tertulis, atau media lainnya. Media yang digunakan meliputi alat dan bahan praktikum. Penguasaan materi peserta didik dievaluasi melalui sikap, pengetahuan dan keterampilan.

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah menyelesaikan pembelajaran tentang pembuatan *hand soap* skala laboratorium, peserta didik diharapkan mampu:

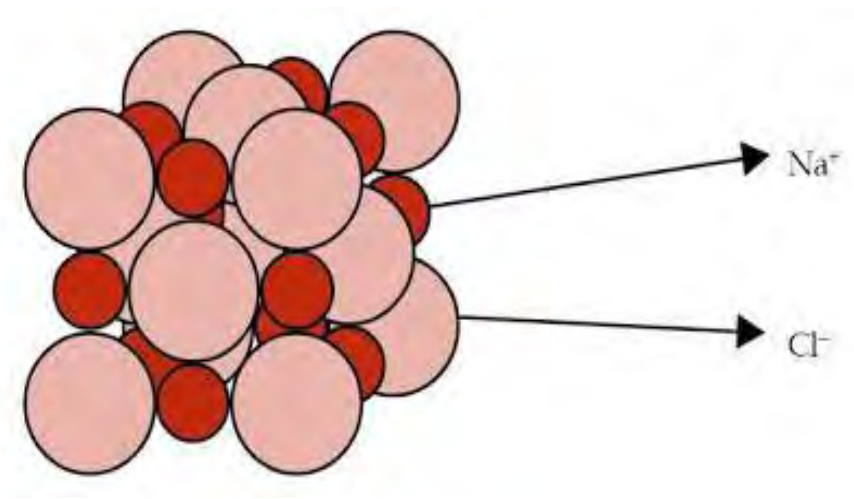
a. Memahami bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *hand soap*
b. Melakukan Proses pencampuran bahan kimia dalam pembuatan *hand soap*
c. Memahami alat yang digunakan dalam proses pembuatan *hand soap*
d. Menerapkan langkah proses pembuatan hand soap sesuai standar

2. Uraian Materi

a. Bahan Baku Pembuatan H*and Soap*

1) NaCl

Natrium klorida (garam) merupakan bahan berbentuk kristal putih, tidak berwarna dan bersifat higroskopik rendah. Penambahan NaCl selain bertujuan untuk pembusaan sabun, juga untuk meningkatkan konsentrasi elektrolit agar sesuai dengan penurunan jumlah alkali pada akhir reaksi sehingga bahan-bahan pembuat sabun tetap seimbang selama proses pemanasan.NaCl merupakan komponen kunci dalam proses pembuatan sabun. Kandungan NaCl pada produk akhir sangat kecil karena kandungan NaCl yang terlalu tinggi di dalam sabun dapat memperkeras struktur sabun. NaCl yang digunakan umumnya berbentuk air garam (brine) atau padatan (kristal). NaCl digunakan untuk memisahkan produk sabun dan gliserin. Gliserin tidak mengalami pengendapan dalam brine karena kelarutannya yang tinggi, sedangkan sabun akan mengendap. NaCl harus bebas dari besi, kalsium, dan magnesium agar diperoleh sabun yang berkualitas.



Gambar 47. Struktur NaCl

2) Aquades

   Aquadestilata (aquades) adalah air dari hasil penyulingan, kandungannya murni H_2O, sedangkan air mineral tidak murni H_2O. Aquades tidak sama dengan air mineral. Bahkan tidak ada kandungan mineralnya.

3) Pewarna

   Pewarna ditambahkan pada proses pembuatan sabun untuk menghasilkan produk sabun yang beraneka warna. Bahan pewarna yang digunakan adalah bahan pewarna untuk kosmetik grade.

4) Pewangi

   Pewangi ditambahkan pada proses pembuatan sabun untuk memberikan efek wangi pada produk sabun. Pewangi yang sering digunakan dalam pembuatan sabun adalah dalam bentuk parfum dengan berbagai aroma (buah-buahan, bunga, tanaman herbal dan lain-lain).

5) Texapon
6) Citrunzur
7) Na_2SO_4
8) Peserfatif
9) Sulfitin

b. Proses pembuatan *hand soap*

Tahap-tahap pembuatan *hand soap* sebagai berikut:

1) Persiapan Bahan

Tahapan pertama yang harus dilakukan dalam membuat *hand soap* adalah mempersiapkan bahan baku. Bahan baku yang diperlukan adalah texafon, NaCl, citrunzur, Na_2SO_4, peserfatif, sulfitin, aquades, pewarna dan parfum.

2) **Penimbangan Bahan**

Bahan-bahan yang telah disiapkan kemudian ditimbang sesuai dengan formula yang telah ditentukan. Penimbangan bahan-bahan harus dilakukan seteliti mungkin. Jika keliru dalam menimbang berdampak pada terjadinya perbedaan karakteristik, sehingga karakteristik produk *hand soap* yang dihasilkan tidak sesuai dengan standar.

3) **Pencampuran (*Blending*)**

Proses pencampuran dilakukan dengan mencampur texafon dan NaCl terlebih dahulu hingga kental terlihat putih seperti pasta, kemudian campurkan aquades. Citrunzur, Na_2SO_4, dan peserfatif campur sendiri yang kemudia dicampurkan ke campuran 1. surfilin, pewarna dan parfum dicampur sendiri kemudian campurkan ke campuran 2.

4) **Pengadukan**

Selama proses pencampuran berlangsung, pengadukan harus dilakukan secara kontinyu. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan sediaan *hand soap* yang homogen. Apabila tidak dilakukan pengadukan secara kontinyu beberapa bahan yang dicampurkan menjadi tidak merata dan menggumpal. Hal tersebut akan mempengaruhi tampilan *hand soap*. Selama pengadukan akan timbul busa yang sangat banyak.

5) Aging

Larutan *hand soap* denganbusa yang sangat banyak didiamkan selama 24 jam untuk menghilangkan busa. Aging diakhiri setelah tidak terlihatnya busa pada larutan *hand soap* yang telah didiamkan. *Hand soap* yang sudah jadi berupa larutan kental dan jika dipakai untuk mencuci tangan akan terasa lembut, wangi dan cukap banyak busa.

6) **Pengemasan**

Pengemasan dilakukan dengan menggunakan bahan kemasan plastik atau botol berlabel dengan ukuran berat 0,5-1kg yang siap untuk dipasarkan.

c. **Pengenalan alat-alat yang dapat digunakan dalam proses pembuatan hand soap skala laboratorium**

Table 14. Penggolongan alat-alat yang digunakan dalam pembelajaran kimia organik 2 (Pembuatan Hand soap skala laboratorium)

Macam-macam alat	Proses Pembuatan				
	Essen	Biodiesel	Sabun opaq/transparan	Ditergen	*Hand soap*
Jas lab	✓	✓	✓	✓	✓
Masker	✓	✓	✓	✓	✓
Kacamata	✓	✓	✓	✓	✓
Sarung tangan	✓	✓	✓	✓	✓
Seperangkat alat refluks	✓				
Seperangkat alat destilasi	✓				
Corong pisah	✓	✓			
Labu alas bulat	✓				
Pendingin Leibig *(Leibig Condenser)*	✓				
Gelas kimia	✓	✓	✓	✓	✓
Erlenmeyer	✓	✓	✓		
Gelas ukur	✓	✓			
Kertas lakmus	✓				
Batu didih	✓				
Termometer	✓	✓	✓		
Labu leher tiga		✓			
Buret		✓	✓		
Pipet tetes	✓	✓		✓	✓
Statif dan	✓	✓			

klem					
Water bath	✓	✓			
Labu ukur	✓	✓			
Batang Pengaduk	✓	✓	✓	✓	✓
Kertas saring	✓	✓			
Spatula	✓		✓		✓
Hot plate stirer dan *magnetic stirrer*	✓		✓		
Timbangan	✓		✓	✓	✓
Cetakan			✓		
Corong			✓		
pH meter			✓		
Wadah plastik polipropilen				✓	✓
Blender				✓	
Ayakan				✓	
Mixer					✓
Kompor		✓			
Ember plastik		✓			
Panci		✓			

√ Alat-alat yang dapat digunakan dalam kegiatan praktek

Gambar dan penjelasan karakteristik serta fungsi dari alat-alat lainnya dapat dilihat pada pembelajaran sebelumnya (pembelajaran 1 sd. 4)

***Keterangan*:**

1. Mixer

Mixer digunakan untuk mengaduk bahan supaya bahan menghasilkan busa banyak dan tercampur 170omogeny.



Gambar 48. Mixer
Sumber: http://silverlov3.blogspot.com/2011/07/jenis-mixer.html

3. REFLEKSI

Petunjuk :

- Tuliskan nama dan KD yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
- Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
- Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda!

a. Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
....
....
....
....
....

b. Apakah anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
....
....
....
....

c. Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
....
....
....
....

d. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
....
....
....
....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
....
....
....
....

4. TUGAS

Tugas 1

a. Lakukan pengamatan jenis dan karakteristik bahan baku yang dapat digunakan sebagai bahan baku hand soap,
b. Pengamatan dilakukan melalui observasi,internet dan atau referensi lain yang sesuai
c. Diskusikan secara kelompok dari hasil pengamatan
d. Tanyakan kepada guru pendamping jika ada hal-hal yang belum dipahami
e. Buat laporan dan kesimpulan hasil diskusi
f. Serahkan laporan hasil pengamatan kepada guru pendamping

Tugas 2.

Lakukan kegiatan praktikum pembuatan sabun hand soap di laboratorium Hal-hal penting yang harus anda perhatikan adalah sebagai berikut: a. Gunakan lembar kerja 1. Dalam melakukan praktikum b. Menyiapkan alat untuk praktikum c. Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum d. Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur pada lembar kerja e. Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung f. Melakukan pencatatan data g. Menghitung/mengolah data hasil pengamatan h. Membuat laporan hasil praktikum i. Membersihkan lingkungan laboratorium setelah melakukan praktikum

Lembar Kerja 1 :

1	**Materi**	:	**Pembuatan Hand Soap Skala Laboratorium**
2	**Tujuan**	:	Setelah melakukan kegiatan Praktek peserta didik mampu: • Memahami bahan baku untuk pembuatan hand soap dan karakteristiknya, • Memahami reaktor/alat yang digunakan dalam proses pembuatan hand soap • Menerapkan proses pencampuran bahan kimia dalam pembuatan hand soap, • Menerapkan langkah-langkah pembuatan hand soap sesuai standar.
3	**Alat**	:	Alat-alat yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut: • Jas lab. • Spatula, • mixer • timbangan • kacamata pngaman • pengaduk

			• masker • wadah plastik polipropilen • gelas kimia • pipet tetes
4	**Bahan**	**:**	Bahan-bahan yang digunakan dalam melakukan praktek adalah sebagai berikut: • texafon, • NaCl, • citrunzur, • Na_2SO_4, • peserfatif, • sulfitin, • aquades, • pewarna • parfum.
5	**Langkah Kerja**	**:**	Tahap-tahap pembuatan *hand soap* sebagai berikut: **a. Persiapan Bahan** Tahapan pertama yang harus dilakukan dalam membuat *hand soap* adalah mempersiapkan bahan baku. **2. Penimbangan Bahan** Timbang bahan -bahan yang sudah disiapkan yaitu: • Texafon,= 75 gram • NaCl, = 40 gram • Citrunzur =, 4 gram • Na_2SO_4, = 10 gram • peserfatif,= 1 cc • sulfitin,= 1 cc • Aquades = 500 cc • Pewarna dan parfum secukupnya **4. Pencampuran (*Blending*)** campurkan texafon dan NaCl terlebih dahulu hingga kental terlihat putih seperti pasta, campurkan aquades dan aduk rata. Citrunzur, Na_2SO_4, dan peserfatif campur sendiri yang kemudia dicampurkan ke campuran 1. surfilin, pewarna dan parfum dicampur sendiri kemudian campurkan ke campuran 2.

			5. Pengadukan Bahan-bahan yang telah dicampur diaduk terus menerus hingga rata dan homogen Pastikan bahan hand soap telah tercampur sempurna. Selama pengadukan akan timbul busa yang banyak **3. Aging** Larutan *hand soap* denganbusa yang sangat banyak didiamkan selama 24 jam untuk menghilangkan busa. Aging diakhiri setelah tidak terlihatnya busa pada larutan *hand soap* yang telah didiamkan. *Hand soap* yang sudah jadi berupa larutan kental dan jika dipakai untuk mencuci tangan akan terasa lembut, wangi dan cukap banyak busa. **4. Pengemasan** Deterjen bubuk yang telah dihasilkan, dikemas dengan plastik atau botol platik berlabel dengan ukuran berat 0,5-1kg yang siap untuk dipasarkan.

5. TES FORMATIF

a. Jelaskan definisi dan karakteristik dari *hand soap*!

b. Jelaskan proses pencampuran bahan kimiapada pembuatan *hand soap*!

c. Jelaskan tahapan proses pembuatan *hand soap*!

d. Jelaskan Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pembuatan*hand soap*!

C. PENILAIAN

1. Penilaian Sikap

Skala penilaian sikap dibuat dengan rentang antara 1 s.d 4.

1. BT (belum tampak) *jika* sama sekali tidak menunjukkan usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas
2. MT (mulai tampak) *jika* menunjukkan sudah ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas tetapi masih sedikit dan belum ajeg/konsisten
3. MB (mulai berkembang) *jika* menunjukkan ada usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas yang cukup sering dan mulai ajeg/konsisten
4. MK (membudaya) *jika* menunjukkan adanya usaha sungguh-sungguh dalam menyelesaikan tugas secara terus-menerus dan ajeg/konsisten

No	Sikap / Kegiatan	Religius				Disiplin				Tanggug jawab				Peduli				Responsif				Teliti				Jujur				Santun			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mengamati																																
2	Menanya																																
3	Mengeksplorasi																																
4	Mengasosiasikan																																
5	Mengkomunikasikan																																

2. **Penilaian Pengetahuan**

a. Jelaskan definisi dan karakteristik dari hand soap
b. Jelaskan proses pencampuran bahan kimiapada pembuatan hand soap,
c. Jelaskan tahapan proses pembuatan hand soap
d. Jelaskan Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pembuatan hand soap.

3. **Penilaian Keterampilan**

NO	ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
		1	2	3
1.	Menyiapkan alat untuk praktikum			
2.	Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum			
5.	Melaksanakan langkah kerja sesuai prosedur			
6.	Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung			
7.	Melakukan pencatatan data			
8.	Menghitung/mengolah data hasil pengamatan			
9.	Membuat laporan hasil praktum			
10.	Membersihkan lingkungan praktikum			

Rubrik :

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	2	3
Menyiapkan alat untuk praktikum	Alat tidak disiapkan	Alat disiapkan tidak sesuai dengan diperlukan	Alat disiapkan sesuai dengan yang diperlukan
Menggunakan bahan sesuai dengan yang dibutuhkan dalam praktikum	Bahan yang digunakan tidak lengkap	Bahan yang digunakan lengkap tapi ada yang tidak dibutuhkan	Bahan yang digunakan lengkap dan sesuai dengan yang dibutuhkan

ASPEK YANG DINILAI	PENILAIAN		
	1	**2**	**3**
Melakukan pengamatan saat praktikum berlangsung	Pengamtan tidak cermat	Pengamatan cermat, tetapi mengandung interpretasi	Pengamatan cermat dan bebas interpretasi
Melakukan pencatatan data pengamatan	Data pengamatan tidak dicatat	Data pengamatan dicatat tetapi ada kesalahan	Data pengamtan dicatat dengan lengkap
Menghitung/ mengolah data hasil pengamatan	Perhitungan data hasil pengamatan salah	Perhitungan data hasil pengamatan benar tetapi tidak sesuai dengan rumus	Perhitungan data hasil pengamatan benar dan lengkap sesuai rumus
Membuat laporan hasil praktikum	Laporan hasil praktikum tidak dibuat	Laporan hasil praktikum rapi dan tidak lengkap	Laporan hasil praktikum rapi dan lengkap
Membersihkan lingkungan tempat praktikum	Lingkungan tempat praktikum tidak dibersihkan	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dan tidak rapi	Lingkungan tempat praktikum dibersihkan dengan rapi.

III. PENUTUP

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusunan buku teks bahan ajar siswa ini dapat terselesaikan. Buku ini Kami susun dengan tujuan agar bermanfaat dalam proses kegiatan pembelajaran bisa sesuai yang diharapkan oleh guru dan peserta didik, namun dalam penyusunan ini masih jauh dari sempurna.

Mudah-mudahan buku teks bahan ajar siswa ini, dapat bermanfaat bagi siswa, guru dan pembaca pada umumnya. Kami menyadari bahwa buku teks bahan ajar siswa ini , masih banyak kekurangan dan kesalahan karena keterbatasan kami baik dari segi waktu maupun ilmu yang kami miliki. Oleh karena itu semua saran dan kritik yang sifatnya membangun demi sempurna buku teks bahan ajar siswa ini.

DAFTAR PUSTAKA

[Badan Standarisasi Nasional]. (1994), *Standar Mutu Sabun Mandi*, SNI 06-3532-1994, Dewan Standar Nasional, Jakarta.

[Badan Standarisasi Nasional]. (1998), *Cara Uji Minyak dan Lemak*, SNI 01-3555-1998, Departenen Perdagangan, Jakarta.

Bailey, A. E. (1979), *Industrial Oil and Fat product*, Interscholastic Publishing Inc., New York.

Butler. (2001), *Poucher's Perfumes, Cosmetics and Soap*, Kluwer Academic Publisher, London.

Cahyadi, W. (2006), *Bahan Tambahan Pangan: Analisis dan Aspek Kesehatan,* Bumi Aksara, Yakarta.

Carey, A. F. (2000), *Organic Chemistry*, 4th. ed, McGraw-Hill Companies, United States.

Clint, John.H. (1992), *Suifactan Aggregation*, Blackie & Sons Ltd, London.

Cullum, D.C. (1994), *Introduction To Suifactant Analysis*, B1ackie Academic & Proffesional, London.

Davidsohn, A. dan Milwidsky, B.M. (1978), *Synthetic Detergent*, fJh Edition, John Wiley & Sons Inc., New York.

Djatmiko, B. dan Widjaja, A. P.,(1984),*Teknologi Minyak dan Lemak I*, Jurusan Teknologi Industri Pertanian, FATETA, IPB, Bogor.

Fessenden, R. dan Fessenden, J.S. (1995), *Kimia Organik*. Edisi Ke Tiga. Jilid Ke Dua, Erlangga, Jakarta.

Freedman, B., Pryde, E.H., Mounts, T.L., (1984), *Variables Affecting the Yields of Fatty Esters from Transesterfied Vegetable Oils*.

Furniss, B.S., Hannaford, A.J., Smith, P.W.G., & Tatchel, A.R., (1989), Vogel's Textbook of Practical *Organic Chemistry,* 5th. ed., John Wiley & Sons, Inc., New York.

Herlina, N. dan Ginting, H.S., (2002), *Lemak dan Minyak*, Jurusan Teknik Kimia , Fakultas Teknik , Universitas Sumatera Utara, Sumatra utara.

Hikmah, M. N. dan Zuliyana, (2010), Pembuatan metil ester (biodiesel) dari minyak dedak dan metanol dengan proses esterifikasi dan transesterifikasi [skripsi], Jurusan Teknik Kima, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.

Ketaren, S. (1986), *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press, Jakarta.

Ketta, Mc.,J.J., (1978), *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, Vol.1, Marcel Dekker, New York.

Knothe, Gerhard, Robert O. D., Marvin O. B.,(2002),*Biodiesel: The Use of Vegetable Oils and Their Derivatives as Alternative Diesel Fuels*, National Center for Agricultural Utilization Research, Agricultural Research Service. U.S. Department of Agriculture, Peoria.

Malik, R.A., dan Dhingra, K.C., (1975), *Acid, Slurry And Detergent Powder Industry*, Small Indutry Research Institute, New Delhi.

Manurung, R., (2003), Jatropha, *A Promising Plant: Community Development*, Bio-Technology Research Center, Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Nestlé, (2010), *Oil usage for biofuel production*.

Ophardt, C. E., (2003), Soap, http://elmhurst.edu/-chm/vchembook/554soap.html diakses pada jam 14.35, tanggal 29 Oktober 2013.

Paul, S., (2007), Fatty acid and soap making, http://www.soap-making-resource.com/fatty -acid-soap-making.html diakses pada jam 15.00, tanggal 29 Oktober 2013.

Qisti, R., (2009), Sifat kimia sabun transparan dengan penambahan madu pada konsentrasi yang berbeda [skripsi], Program Studi Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Rahayu, (2009), Penyulingan (Distillation). http://www.chem-is-try.org, diakses pada jam 12.15, tanggal 30 Oktober 2013.

Respati, (1980), *Pengantar Kimia Organik*, Jilid Ke Dua, Aksara Baru, Jakarta.

Richey, Herman, G., (1983), *Fundmentals of Organik Chemistry*, The Pennsylvania state University, new jersey.

Soerawidjaja, dan Tatang H., (2005), Minyak-lemak dan produk-produk kimia lain dari kelapa [Handout kuliah Proses Industri Kimia], Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung.

Spitz, L., (1996), *Soap and Detergent a Theoritical and Practical Review*, AOCS Press, Champaign-Illinois.

Styaningrum, R.W., (2013), Pembuatan etil asetat melalui reaksi esterifikasi [Laporan Percobaan Kimia Dasar II], Jurusan Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.

Sugito, J., (1992), *Kelapa Sawit*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Sukardjo, (2002), *Kimia Fisika*, cetakan ketiga, Rineka Cipta, Jakarta.

Sukarmin, (2004), *Senyawa Karbon*, Bagian Proyek Pengembangan Kurikulum, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar Dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.

Suwarji, (2007), Pembelajaran E-Learning Mata Pelajaran Kimia Kelas Xi Semester 2 ”Senyawa Karbon” [makalah], SMA Negeri 1 Simo, Boyolali.

Syah, A. N. A., (2006), *Biodiesel Jarak Pagar: Bahan Bakar Alternatif yang Ramah Lingkungan*, AgroMedia Pustaka, Jakarta.

Van Gerpen, Jon.,(2004)[a],*Biodiesel Production and Quality*, Department of Biological and Agricultural Engineering, University of Idaho, Moscow.

Van Gerpen, Jon. , (2004)[b], *Basics of Diesel Engines and Diesel Fuels*, Department of Biological and Agricultural Engineering, University of Idaho, Moscow.

Yazid, E., (2005), *Kimia Fisika untuk Paramedis*, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.

http://www.ristek.go.id. Budidaya Tanaman Jarak (*Jatropha curcas*) Sebagai Sumber Bahan Alternatif Biofuel. diakses pada jam 13.00, tanggal 30 Oktober 2013.

http://www.chem-is-try.org diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://amanahmuliaame.blogspot.com/p/jas-laboratorium.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://sidoarjo.olx.co.id/jual-masker-hijau-untuk-industri-rs-laboratorium-dan-lain-lain-iid-296124101diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://www.tekadjaya.com/kacamata-laboratorium/85.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://indonetwork.co.id/cv_tiara_lestari/group+113681/change?perPageItem=12diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://welovechemistry2009.wordpress.com/2012/07/09/skema-alat-refluks/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://kimia.upi.edu/utama/bahanajar/kuliah_web/2008/Meggy%20Yulia%20A%20060221/lks.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://greatminds2.wordpress.com/2012/11/03/ektraksi/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://instrumentanalis.blogspot.com/2012_09_01_archive.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://udorganik.indonetwork.co.id/prod/46.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://chemistryeducationbhe.blogspot.com/2012/09/teknik-laboratorium-alat-alat-di.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://www.greatglas.com/ErlenmeyerFlasks.htmdiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://rikadianiedasopang.blogspot.com/2012/12/penuntun-praktikum-kimia-dasar-i.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://sitirisnayah.blogspot.com/2012/11/keistimewaan-air-raksa-dan-alkohol-pada.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://inviro.co.id/kertas-lakmus-ph-paper/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://tentangdea.blogspot.com/2013/07/belajar-dari-jalan-hidup-kelapa.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://ilmperkebunan.blogspot.com/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

www.iwantishut.net/info_jarak.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://cynthiavenikalioe.com/manfaat-buah-jarak.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://dc191.4shared.com/doc/EDTN46fS/preview.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://romansakimia.blogspot.com/2012/02/round-bottom-flasks-labu-dasar-bundar.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://users.telenet.be/labsafety/maatglaswerk%20foto's.htmdiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://kelompok8tekniklab.blogspot.com/2012/09/pipet-ukur-pipet-ukur-terdiri-atas-pipa.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://www.bio-rad.com/zh-cn/sku/87769-scangel-statifdiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://www.testmark.net/showitem-382.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://smakazizah.blogspot.com/2012/09/kelompok-1b_16.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://ayupermatasari.wordpress.com/angka-pasti-dan-angka-penting/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://ihzafaizha.blogspot.com/2011/11/alat-alat-di-laboratorium.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://woodridgehomestead.com/tag/candle-making/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://www.joepastry.com/category/techniques/rendering-lard/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://www.bumn.go.id/ptpn6/publikasi/berita/minyak-kelapa-sawit-naik-signifikan-pasca-libur-lebaran/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://www.inagurasi.com/manfaat-minyak-kelapa-untuk-menyehatkan-gigi/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://indahdanalin.wordpress.com/tag/minyak-ikan/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://buyormake.blogspot.com/2012/12/cara-mudah-membuat-minyak-jarak.html (m. jarak)

http://shevablog.edublogs.org/2013/04/18/manfaat-minyak-zaitun-untuk-menurunkan-berat-badan/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://onelaboratorytechniq.blogspot.com/2012/09/alat-alat-lab.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://www.multilab.in/hot-plate-magnetic-stirrer.htmdiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://jasakalibrasi.net/timbangan-digital/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://irma-teknikkimia.blogspot.com/2013/03/bahan-cara-membuat-sabun-mandi.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://tugasinstrumen.blogspot.com/2012/10/alat-untuk-mengukur-ph.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://archive.kaskus.co.id/thread/14230657/140diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://www.smoothieblenders.com/all-blenders/waring-commercial-blender-700g.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://supersonicmch.wordpress.com/2012/02/24/sieve-shaker-aggregate-test-ayakan-pengukur-kandungan-butiran/diakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://www.sehatplus.com/cermat-memilih-wadah-plastik.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.

http://silverlov3.blogspot.com/2011/07/jenis-mixer.htmldiakses pada jam 13.00, tanggal 13 Nopember 2013.